ISSN 2618-8279

Сельскохозяйственный научно-производственный журнал

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

№ 3 (42)
сентябрь 2023

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
стр. 5

БОЛЬШОЙ ПОЛИВ ДЛЯ МАЛОГО ХОЗЯЙСТВА
стр. 67

№ 3 (42), сентябрь 2023 года
ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
сельскохозяйственный научно-производственный журнал

ISSN 2618-8279
Издается с 2013 года. Выходит ежеквартально.

УЧРЕДИТЕЛИ
Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (ВНИИОЗ)
ООО «Регионинвестагро».

Журнал включён в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание учёной степени кандидата и доктора наук по научным специальностям и отраслям науки:
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки);
4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);
4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки);
4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (сельскохозяйственные и технические науки);
4.1.6. Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей и информация о журнале доступны на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru, и на сайте журнала: http://vniioz.ru
Научным статьям присваивается DOI.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-79282 от 02 ноября 2020 г.

Редактор: Черников В.И.
Адрес редакции: 400002, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9
E-mail: oz.vniioz@yandex.ru

Отпечатано на ПК «Офсет» АО «Альянс «Югполиграфиздат», 400001, г. Волгоград, ул. КИМ, 6.
Сайт: www.aypi.ru
Заказ №
Подписано в печать 28 сентября 2023 г.
Тираж 1000 экз. Цена свободная
Подписной индекс в каталоге Почта России ПМ089

При любом использовании материалов ссылка на журнал обязательна. За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

© Орошаемое земледелие, 2023
© ВНИИОЗ, 2023

Главный редактор: Мелихов В.В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
Балгабаев Н.Н., акад. Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, д-р с.-х. наук (Республика Казахстан)
Василюк Д.И., канд. с.-х. наук
Дубенок Н.Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Жевора С.В., д-р с.-х. наук
Комарова О.П., канд. с.-х. наук
Кружилин И.П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Кулик К.Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Лихацевич А.П., чл.-корр. НАН Беларуси, иностранный член РАН, д-р техн. наук (Республика Беларусь)
Новиков А.Е., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук
Новиков А.А., д-р с.-х. наук
Овчинников А.С., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Семененко С.Я., д-р с.-х. наук, проф.
Тютюма Н.В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук
Якушев В.П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Ахмедов А.Д., д-р техн. наук, проф.
Воронов С.И., чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф.
Дубенок Н.Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Зеленев А.В., д-р с.-х. наук
Калмыкова Е.В., д-р с.-х. наук
Комаров Е.В., канд. биол. наук
Комарова О.П., канд. с.-х. наук
Кружилин И.П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Кулик К.Н., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Кулик Д.К., д-р с.-х. наук
Лихацевич А.П., чл.-корр. НАН Беларуси, иностранный член РАН, д-р техн. наук (Республика Беларусь)
Новиков А.Е., чл.-корр. РАН, д-р техн. наук
Новиков А.А., д-р с.-х. наук
Овчинников А.С., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.
Панфилова О.Н., канд. с.-х. наук
Петров Н.Ю., д-р с.-х. наук, проф.
Подковыров И.Ю., д-р с.-х. наук
Плескачёв Ю.Н., д-р с.-х. наук, проф.
Семененко С.Я., д-р с.-х. наук, проф.
Сложенкина М.И., чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф.
Тютюма Н.В., чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук
Фомин С.Д., д-р техн. наук
Фролова М.В., канд. биол. наук
Храмова В.Н., д-р биол. наук, проф.
Цепляев А.Н., д-р с.-х. наук, проф.
Щедрин В.Н., акад. РАН, д-р техн. наук, проф.
Юферев В.Г., д-р с.-х. наук
Якушев В.П., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.

No. 3 (42), September 2023
IRRIGATED AGRICULTURE
agricultural scientific and production journal

ISSN 2618-8279
Published since 2013. It is published quarterly.

FOUNDERS
All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (VNIIOZ)
Regioninvestgaro LLC.

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications recommended for the publication of the main scientific results of dissertations for the degree of candidate and doctor of science in scientific specialties and branches of science:
4.1.1. General agriculture and crop production (agricultural sciences);
4.1.2. Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences);
4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);
4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences);
4.1.5. Reclamation, water management and agrophysics (agricultural and technical sciences);
4.1.6 Silviculture, forestry, forest plantations, agroforestry, landscaping, forest pyrology and taxation (agricultural sciences).

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI).
Full texts of articles and information about the journal are available on the website of the electronic scientific library eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru, and on the journal website: http://vniioz.ru
Scientific articles are assigned DOI.

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications. Certificate PI No. FS 77-79282 dated November 2, 2020.

Editor: Chernikov V.I.
Editorial address: 400002, Volgograd, st. Timiryazev, 9
E-mail: oz.vniioz@yandex.ru

Printed on PC «Offset» JSC «Alliance «Yugpolygraphizdat»
400001, Volgograd, st. KIM, 6. Website: www.aypi.ru

Signed for publication September 28, 2023

Order No. **Circulation** 1000 copies.
Free price
Subscription index in the Russian Post catalog PM089

For any use of materials, a link to the journal is required.
The advertiser is responsible for the content of advertising materials.

© Irrigated agriculture, 2023
© VNIIOZ, 2023

Chief editor: V.V. Melikhov,
Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.

EDITORIAL COUNCIL:
Balgabaev N.N., Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan,
Dr. Sc. Agr. (Republic of Kazakhstan)
Vasilyuk D.I., Cand. Sc. Agr.
Dubenok N.N., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Zhevora S.V., Dr. Sc. Agr.
Komarova O.P., Cand. Sc. Agr.
Kruzhilin I.P., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik K.N., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Likhatsevich A.P., Corresponding Member of NASB, foreign member of RAS, Dr. Sc. Techn.
(Republic of Belarus)
Novikov A.E., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Techn.
Novikov A.A., Dr. Sc. Agr.
Ovchinnikov A.S., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Semenenko S.Ya., Dr Sc. Agr., Prof.
Tyutyuma N.V., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Agr.
Yakushev V.P., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.

EDITORIAL BOARD:
Akhmedov A.D., Dr. Sc. Techn., Prof.
Voronov S.I., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Biol., Prof.
Dubenok N.N., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Zelenev A.V., Dr. Sc. Agr.
Kalmykova E.V., Dr. Sc. Agr.
Komarov E.V., Cand. Sc. Agr.
Komarova O.P., Cand. Sc. Agr.
Kruzhilin I.P., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik K.N., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Kulik D.K., Dr. Sc. Agr.
Likhatsevich A.P., Corresponding Member of NASB, foreign member of RAS, Dr. Sc. Techn.
(Republic of Belarus)
Novikov A.E., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Techn.
Novikov A.A., Dr. Sc. Agr.
Ovchinnikov A.S., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.
Panfilova O.N., Cand. Sc. Agr.
Petrov N.Yu., Dr. Sc. Agr., Prof.
Podkovyrov I.Yu., Dr. Sc. Agr.
Pleskachev Yu.N., Dr. Sc. Agr., Prof.
Semenenko S.Ya., Dr Sc. Agr., Prof.
Slozhenkina M.I., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Biol., Prof.
Tyutyuma N.V., Corresponding Member of RAS, Dr. Sc. Agr.
Fomin S.D., Dr. Sc. Techn.
Frolova M.V., Cand. Sc. Agr.
Khramova V.N., Dr. Sc. Biol., Prof.
Tseplyaev A.N., Dr. Sc. Agr., Prof.
Shchedrin V.N., Academician of RAS, Dr. Sc. Techn., Prof.
Yuferev V.G., Dr. Sc. Agr.
Yakushev V.P., Academician of RAS, Dr. Sc. Agr., Prof.

СОДЕРЖАНИЕ:

Без формата

Научное обеспечение орошаемого земледелия
А. Е. Новиков, А. А. Новиков 5

Конференции, совещания, семинары

День поля на Агрополигоне «Приволжье»
А. Г. Харитонов 8

Инновации

Получение органоминеральных удобрений из отходов сельскохозяйственного производства
А. А. Коровин, В. В. Голембовский 10

Растениеводство

Приёмы повышения семенной продуктивности сортов сои при орошении в Нижнем Поволжье
В. В. Толоконников, С. С. Мухаметханова, Г. П. Канцер 15

Экономическая эффективность возделывания крупяных культур в условиях Республики Ингушетия
М. У. Гамботова, М. А. Базгиев, К. Ш. Бадургова, Р. А. Оздоев 19

Биоразнообразие сообществ насекомых в орошаемых агроландшафтах юго-востока европейской России
Е. В. Комаров, О. П. Комарова 23

Кормопроизводство

Эффективность ризоторфина и гумариза при возделывании эспарцета песчаного на орошаемых почвах
Н. В. Тютюма, С. В. Земляницына 28

Техника и технологии

Особенности взаимодействия опорных элементов шагающих машин с водонасыщенными почвогрунтами
В. В. Чернышёв, В. В. Арыканцев, Я. В. Калинин, Н. Г. Шаронов 33

Вариант информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин
В. И. Коржов, Е. А. Волкова, И. В. Коржов, Д. А. Кудравец 38

Исследование технологии очистки сточных вод и их повторного использования в сельском хозяйстве
Е. В. Мотько, А. А. Руденко 45

Определение устойчивости на всплытие колодцев дренажных систем в гидрогеологических условиях г. Санкт-Петербург
Р. В. Калиниченко, М. В. Климахина, К. С. Семёнова 51

Лесное хозяйство

Оценка рекреационных лесов Туапсинского лесничества
И. В. Воскобойникова, В. Е. Чулков, Е. Ю. Матвиенко, Н. Б. Бобровская 58

Рост и развитие сосны крымской (pinus pallasiana) в городских условиях (на примере г. Новочеркасска)
Н. Б. Бобровская, Е. Ю. Матвиенко 63

Производственная экспертиза

Большой полив для малого хозяйства
В. П. Лан 67

События, даты, факты

Памяти академика А. С. Рулёва 70

CONTENT:

Without format

Scientific support of irrigated agriculture
A. E. Novikov, A. A. Novikov 5

Conferences, meetings, seminars

Field day at the Volga Agropolygon
A. G. Kharitonov 8

Innovation

Obtaining environmentally friendly complex organomineral fertilizers from agricultural waste
A. A. Korovin, V. V. Golembovskii 10

Crop production

Methods of increasing the seed productivity of soybean crops during irrigation in the Lower Volga region
V. V. Tolokonnikov, S. S. Mukhametkhanova, G. P. Cancer 15

Economic efficiency of culture of cereals in the conditions of the Republic of Ingushetia
M. U. Gambotova, M. A. Bazgiev, K. Sh. Badurgova, R. A. Ozdoev 19

Biodiversity of insect communities in irrigated agricultural landscapes of the south-east of european Russia
E. V. Komarov, O. P. Komarova 23

Feed production

The efficiency of rhisotorfin and humaris in culturing sainfoin on irrigated soils
N. V. Tyutyuma, S. V. Zemlyanitsyna 28

Technics and techology

Features of interaction of support elements of walking machines with water-saturated soils
V. V. Chernyshev, V. V. Arykantsev, Ya. V. Kalinin, N. G. Sharonov 33

Option of information and technology support for the operation of irrigation machines
V. I. Korzhov, E. A. Volkova, I. V. Korzhov, D. A. Kudravets 38

Research of wastewater treatment technology and its reuse in agriculture
E. V. Motko, A. A. Rudenko 45

Determination of the resistance to the ascent of wells of drainage systems under hydrogeological conditions St. Petersburg
R. V. Kalinichenko, M. V. Klimakhina, K. S. Semenova 51

Forestry

Assessment of recreational forests of Tuapsa forest
I. V. Voskoboynikova, V. E. Chulkov, E. Yu. Matvienko, N. B. Bobrovskaya 58

Growth and development of Crimean pine (pinus pallasiana) in urban conditions (using the example of Novocherkassk)
N. B. Bobrovskaya, E. Yu. Matvienko 63

Production expertise

Large irrigation for small farms
V. P. Lan 67

Events, dates, facts

In memory of Academician A. S. Rulev 70

Андрей Евгеньевич НОВИКОВ
директор Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, доктор технических наук, член-корреспондент РАН

Алексей Андреевич НОВИКОВ
заместитель директора по научной работе и инновационному развитию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, доктор сельскохозяйственных наук

Делегация ВНИИОЗ на Всероссийском Дне поле в Татарстане

Научное обеспечение орошаемого земледелия

Постоянно растущая потребность населения мира в продовольствии ставит перед АПК задачи по обеспечению стабильного роста производства продукции сельского хозяйства как в количественном, так и в качественном отношении. Орошение остаётся надёжным и эффективным приёмом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и снижения негативного воздействия засушливости климата. По данным ФАО, в мире различными способами орошается более 300 млн га или 16 % угодий. В России – 4,7 млн га или 1,5 % мировых площадей. К 2050 году площадь орошаемых массивов в мире увеличится примерно на 6 %. Причём в Северной Америке, Западной и Центральной Европе прогнозируется сокращение поливных площадей, а в России – их восстановление, до уровня 7,2 млн га.

По данным ФАО, площади с искусственным орошением обеспечивают 40 % мирового объёма производства продовольствия, занимая в структуре посевных площадей лишь 19 %, урожайность зерновых культур на поливе в три раза выше, чем в неорошаемых условиях [6].

Оросительные мелиорации одновременно придают производству продукции растениеводства устойчивость, а также, в сочетании с другими факторами интенсификации сельскохозяйственного производства, обеспечивают его стабильный рост.

Анализ объёмов производства зерновых и молока в России за последние 55 лет подтверждает этот тезис. В периоды массового ввода в эксплуатацию орошаемых площадей наблюдалось увеличение объёмов валового производства зерна и молока, и напротив, их сокращение в период массового выбытия орошаемых угодий.

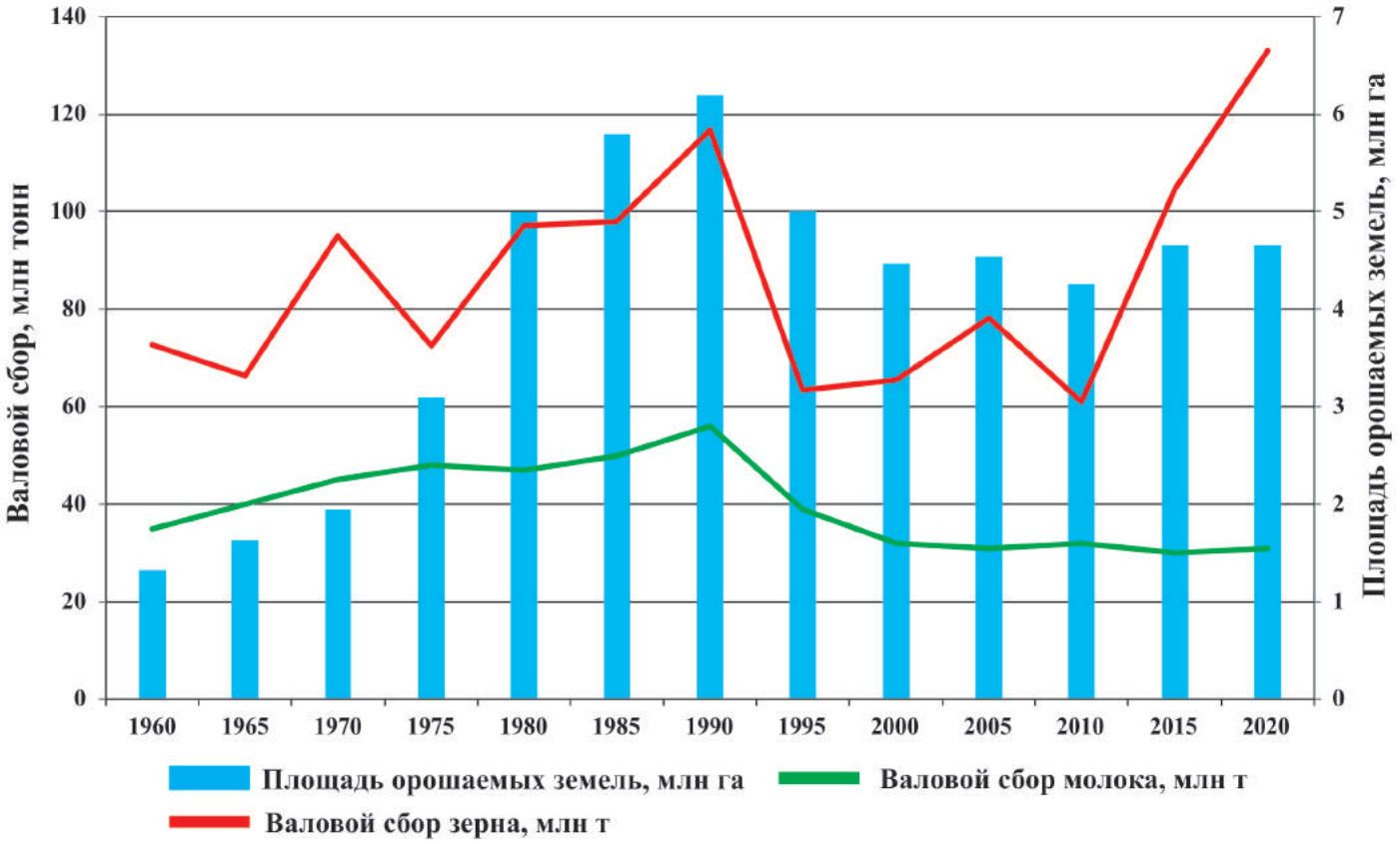


Рисунок 1 – **Динамика площади орошаемых земель, валовых сборов зерна и надоев молока в России**

Новый, более высокий уровень продуктивности орошаемых земель был обеспечен, в том числе, за счёт внедрения научно обоснованных зональных адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия, которые были разработаны учёными ВНИИОЗ (г. Волгоград) в разные периоды. Освоение научных разработок способствовало повышению уровня продуктивности орошаемых земель с 3,0-3,2 тыс. к. ед./га в 1960-х годах до 4,2-4,5 тыс. к. ед./га в 1980-х и до 11 тыс. к. ед./га в 2000 годах [3].

Однако увеличение производства сталкивается с негативными влияниями климатических изменений, ухудшением мелиоративного состояния земель, а также растущим дефицитом пресной воды. Её дефицит будет нарастать неравномерно в различных регионах мира. Особенно остро он проявится в государствах аридного пояса: Юго-Восточной и Центральной Азии, Африки (севернее Сахары) [4]. Россия, в целом, обеспечена водными ресурсами для орошения, но также неравномерно: определённый дефицит наблюдается в европейской части страны, восточные же регионы, напротив, достаточно обеспечены водой для орошения.

По прогнозам учёных Главной Геофизической Обсерватории им. А. И. Воейкова, к 2050 г. в регионах массового орошения повысится среднегодовая температура воздуха на 2,1-3,4 градуса Цельсия и одновременно снизится количество осадков на 3 %. В регионах, где прогнозируется увеличение объёма осадков на 1,0-2,0 %, необходимо учитывать, что дожди приобретают характер ливневых и будут малополезны производству продукции растениеводства.

Изменяющийся климат и сопутствующие проявления засухи обуславливают необходимость строительства оросительных систем в регионах, где ранее орошение не применялось, а стрессовые воздействия более высоких температур и низкого уровня влажности воздуха на агроценозы в регионах традиционного орошения определяют цели научного обеспечения орошаемого земледелия [1].

Особо востребованы:

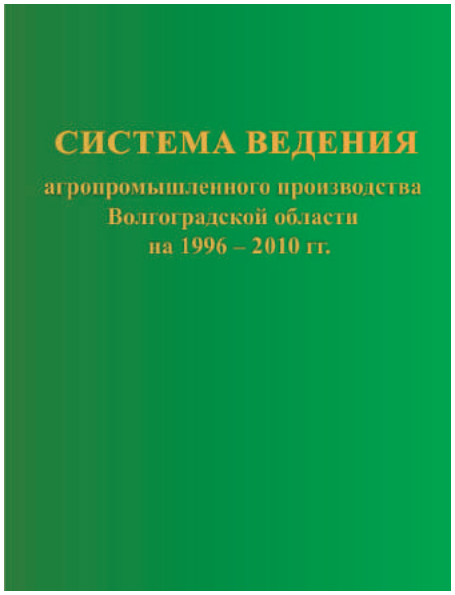
- водосберегающие и почвозащитные агротехнологии;
- системы севооборотов различной специализации;
- перспективные кормовые агроценозы и технологии улучшения их использования для наиболее полной реализации потенциала продуктивности возделываемых трав, призванные целям создания экономически оправданных экологически безопасных зональных систем кормопроизводства;
- цифровые системы управления продукционными процессами и оценки устойчивости орошаемых агроландшафтов;
- новые сорта и гибриды растений, устойчивые к климатическим флуктуациям, болезням и вредителям, обладающие важными хозяйственно ценными признаками и отзывчивые на орошение.

Учитывая, что наилучшие для вовлечения в сельскохозяйственный оборот земли уже используются, а новых неиспользуемых необходимого качества крайне мало, особое внимание необходимо уделять мелиоративному состоянию эксплуатируемых орошаемых площадей. В России в хорошем и удовлетворительном мелиоративном состоянии находятся 81,3 % орошаемых земель. Остальные в неудовлетворительном – в первую очередь, по причине осолонцевания, засоления и другим. Возвращение в

оборот деградированных земель – важная задача мелиоративной науки.

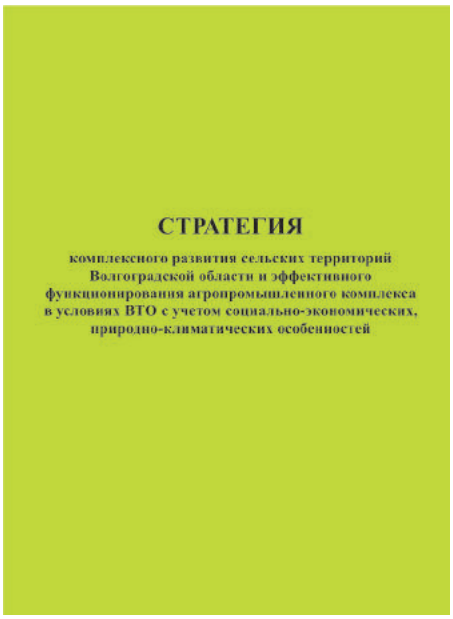
Россия располагает земельными и водными ресурсами для строительства 10,2 млн га орошаемых земель, которые, в основном, сосредоточены в Северо-Кавказском, Поволжском, Южном, Уральском и Сибирском федеральных округах. Именно такую площадь для обеспечения продовольственной независимости и реализации экспортного потенциала должна иметь Россия по расчётам ученых ВНИИ орошаемого земледелия [2].

Сегодня уже разработаны системы адаптивно-ландшафтного орошаемого земледелия с продуктивностью 12,0-13,5 тыс. к. ед./га. Однако и при таком уровне агроценозом утилизируется не более 4,0 % ФАР [5].



В настоящее время ВНИИ орошаемого земледелия проводит исследования по пяти темам государственного задания из трёх направлений ПФНИ, направленных на разработку новых агротехнологий, моделей севооборотов разной специализации и ротации культур, адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия в целях достижения уровня продуктивности орошаемого гектара 15,0-17,0 тыс. к. ед. при эффективном использовании оросительной воды, удобрений и других средств, сохранения плодородия почвы и углеродной нейтральности.

Научные исследования по близким, или даже аналогичным, направлениям ведут и другие НИИ Российской Федерации. Считаем, что для повышения результативности проводимых НИР целесообразно использовать опыт по организации системы научно-технической координации таких работ. Потребность в этом всё чаще звучит с трибун научных мероприятий и от различных учёных-аграрников. В пользу успеха такого пути развития говорит и наличие компетенций у ещё сохранившихся или реформированных научных учреждений.



ВНИИ орошаемого земледелия длительное время вёл активную координационную работу по двум научно-техническим программам: «Кормопроизводство» и «Мелиорация». В координационную сеть входило до 62 научных и образовательных учреждений аграрного профиля из различных регионов – от Молдавии до Дальнего Востока. В 2000-е годы эта работа велась с 21 организацией. В настоящее время мы готовы использовать имеющийся опыт, связи и компетенции, и на базе ФГБНУ «ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова» осуществлять координационную работу по направлениям «Орошаемое земледелие» и «Орошаемое кормопроизводство».

Библиографический список

1. Кирюшин В. И. Задачи и программа научно-инновационного обеспечения земледелия и землепользования (методические рекомендации) // М.: ООО «Изд-во МБА». – 2023. – 96 с.

2. Кружилин И. П. Водосбережение в орошаемом земледелии / Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию ВНИИ орошаемого земледелия, 06-09 сент. 2017 г. // ФГБНУ ВНИИОЗ. – Волгоград. – 2017. – С. 43-49.

3. Кружилин И. П. Концепции комплексных мелиораций сельскохозяйственных земель Волгоградской области / Волгоград – 2007.

4. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)». Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. Т. 3. // М.: ООО «Изд-во МБА». – 2021. – 700 с.

5. Новиков А. Е. Научное обеспечение орошаемого земледелия аридных территорий. ВНИИОЗу – 55 лет! / А. Е. Новиков, А. А. Новиков // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 3. – С. 8-10.

6. ФАО. 2021. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад 2021. Рим. URL: https://doi.org/10.4060/cb7654ru

Александр ХАРИТОНОВ,
начальник отдела
ООО «Регионинвестагро»

Все флаги в гости будут к нам

День поля на Агрополигоне «Приволжье»

Компания ООО «РегионИнвестАгро» традиционно приняла участие в Дне поля «Зернового Соевого Союза» на Агрополигоне «Приволжье».

Агрополигон расположен на базе одного из передовых хозяйств Самарской области – семеноводческого предприятия ООО «Сев-07». Агрополигон считается одним из крупнейших в России и ежегодно принимает множество участников из разных регионов страны. На демополигоне разными культурами засеяно 300 опытных делянок – пшеницей, ячменём, соей, кукурузой, льном. Здесь используют десятки различных технологий по защите и питанию растений, проводят опыты на орошении и богаре в производственных условиях.

Между осмотрами делянок можно было ознакомиться с современной оросительной техникой австрийской компании BAUER GmbH. ООО «РегионИнвестАгро» продемонстрировало свои высокие достижения и опыт в сфере поставки оросительной техники

Павильон «Регионинвестагро»

В этот раз почти 1000 участников – агрономов, директоров и других специалистов предприятий оценили на делянках чистоту посадок, состояние растений, обменялись опытом, а эксперты от компаний-участников рассказывали о технологиях выращивания и современной технике и оборудовании, используемых при возделывании сельскохозяйственных культур полигона.

Каждый сельхозтоваропроизводитель мог провести время с максимальной пользой. Между осмотрами делянок можно было ознакомиться с современной оросительной техникой австрийской компании BAUER GmbH. ООО «РегионИнвестАгро» продемон-

Участники Дня поля

стрировало свои высокие достижения и опыт в сфере поставки оросительной техники для ООО «Сев-07» . В парке дождевальных машин компании «Сев-07» насчитывается уже более 40 единиц. На большей части мелиоративных полей используются канальные машины BAUER LINESTAR 9000 с шириной захвата более 1000 м и длиной гона 2000 м, что позволило закрывать более 200 га одной оросительной установкой. А для полива участков со сложной конфигурацией ООО «СЕВ-07» приобрело мобильные шлангобарабанные установки BAUER RAINSTAR E 41 110-500 с консолью. Применение данного типа машин обеспечило для хозяйства полив дополнительных участков площадью 20-30 га, а оснащение установок оросительной консолью позволило сделать дождевой пояс мягким, не оказывающим губительного воздействия на растение. Специалисты ООО «РегионИнвестАгро» всем заинтересовавшимся провели профессиональную консультацию о возможности применения и строительства орошаемых участков на их полях.

Семинар как обязательная часть программы

В завершение визита на Агрополигон гости выбирали для себя экскурсионную программу. Часть гостей отправилась на осмотр яблоневых садов трёх типов на капельном орошении, питомника саженцев и крупнейших в регионе ягодных плантаций компании. На второй экскурсии можно было осмотреть семенную пшеницу, которую предприятие «Сев-07» готовит к новому сезону. В том числе новинку – озимую твёрдую пшеницу Кошелевская. Третья экскурсия – в Центр компетенций современного крупного агропредприятия «Сев-07»: все существующие в мире виды орошения на 10 тыс. га.

Любители истории побывали в старинной усадьбе Самариных, еще в XVII веке подаренной генералу Головину Петром Великим.

Участники Дня поля ещё раз убедились, что орошение способствует развитию сельского хозяйства и повышению его эффективности.

УДК 631.81.095.337 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-8

ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

OBTAINING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPLEX ORGANOMINERAL FERTILIZERS FROM AGRICULTURAL WASTE

А. А. Коровин, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, abv20korovin@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2565-1149,
В. В. Голембовский, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, vvh26@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3124-0587

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация

A. A. Korovin, Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher, abv20korovin@yandex.ru, ORCID 0009-0004-2565-1149,

V. V. Golembovskii, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, vvh26@yandex.ru, ORCID 0000-0003-3124-0587

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Mikhailovsk, Stavropol region, Russian Federation

Исследования выполнены в рамках госзадания «Научное обоснование, усовершенствование и разработка элементов технологии для производства высококачественной и конкурентоспособной продукции животноводства» (FNMU-2022-0010).

На рубеже XXI века активно проявилось потенцирование негативных природно-климатических и антропогенных воздействий на состояние почв. При этом наблюдается рост отходов растениеводства и животноводства, которые могут выступать важными звеньями в пищевой цепи и круговороте веществ в природе. Минеральные удобрения, качество которых не отвечает требованиям сельхозтоваропроизводителей, оказывают угнетающее влияние на почвенную биоту. Естественным сбалансированным органоминеральным удобрением природного происхождения выступает биогумус. Экспериментальное исследование посвящено разработке экологически чистой технологии утилизации сельскохозяйственных отходов в целях получения сбалансированных комплексных органоминеральных удобрений. Эксперимент проводился в закрытом помещении и в полевых условиях (Ставропольская возвышенность) буртовым способом путём вермикомпостирования смеси, состоящей из отходов сельскохозяйственного производства растительного (солома озимой пшеницы) и животного (навоз крупного рогатого скота) происхождения в соотношении 40:60 при температуре окружающей среды 16-25 °С. В качестве переработчика субстрата был использован червь Dendrobaena Veneta. Агрохимические, санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические исследования полученного биогумуса показали его пригодность к использованию в качестве безопасного комплексного органоминерального удобрения, которое позволяет одномоментно восстанавливать содержание органического вещества и микроэлементов, необходимых для повышения плодородия почв и произрастания сельскохозяйственных культур. В результате установлено, что способ получения экологически чистого комплексного органоминерального удобрения методом вермикомпостирования прост, малозатратен и пригоден для реализации в условиях предприятий сельскохозяйственного производства любой мощности. Предлагаемая технология позволяет интенсивно использовать отходы сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения, не имевшие практического применения в прошлом, и даёт возможность получения экологически чистого биогумуса с низкими затратами.

At the turn of the XXI century, the negative natural-climatic and anthropogenic impacts on the state of the soil have been actively potentiated. At the same time there is a growth of crop and livestock waste, which can act as important links in the food chain and the cycle of substances in nature. Mineral fertilizers, the quality of which does not meet the requirements of agricultural producers, have a depressing effect on soil biota. Natural balanced organomineral fertilizer of natural origin is biohumus. Experimental research is devoted to the development of environmentally friendly technology of agricultural waste recycling in order to obtain a balanced complex organomineral fertilizers. The experiment was made indoors and in the field conditions (Stavropolskaya Upland) by vermicomposting a mixture consisting of vegetative (winter wheat straw) and animal (cattle manure) agricultural wastes in the ratio of 40:60 at an ambient temperature of 16-25°C. The worm Dendrobaena veneta was used as a substrate processor. Agrochemical, sanitary-bacteriological and sanitary-parasitological studies of the obtained biohumus showed its suitability for use as a safe complex organomineral fertilizer, which allows one-step restoration of the content of organic matter and microelements necessary for increasing soil fertility and growing crops. As a result, it was found that the method of obtaining environmentally friendly complex organic-mineral fertilizer by vermicomposting is simple, low-cost and suitable for implementation in agricultural enterprises of any capacity. The offered technology allows intensively using wastes of agricultural production of plant and animal origin which had no practical application in the past and gives an opportunity to receive ecologically pure biohumus with low expenses.

Ключевые слова: отходы сельскохозяйственного производства, органоминеральные удобрения, вермикомпостирование, биогумус.

Key words: agricultural waste, organomineral fertilizers, vermicomposting, biohumus, chelate fertilizers.

Введение. Проблема деградации земель сельскохозяйственного назначения на рубеже XXI века признана главным вызовом продовольственной и экологической безопасности [1, 7]. Резкий рост площади деградированных земель стал следствием негативного наложения погодно-климатических [2, 6] и антропогенных факторов, обусловленных загрязнением почв различными видами агрохимикатов, нефтью, нефтепродуктами, а также нарушений сельскохозяйственных технологий [4].

Современные модели интенсификации сельхозпроизводства экологически и экономически неустойчивы, поскольку скорость деградации почвы часто превышает скорость естественного образования и восстановления почвы [9]. Внесение значительного количества минеральных удобрений не только не восполняет потребности сельскохозяйственных культур, но и становится угрозой плодородию почв, приводя к их засолению и трансформации внутрипочвенной биоты. В то же время растёт количество отходов животноводства и растениеводства, что неблагоприятно сказывается на состоянии окружающей среды [3, 8]. А ведь навоз считается лучшим природным сбалансированным органоминеральным удобрением [5, 11-15].

Уменьшение содержания гумуса приводит к утрате запасов элементов минерального питания, ухудшает условия развития почвообразующей микрофлоры. За счёт высокой сорбционной способности гумус деактивирует токсиканты природного и техногенного происхождения, трансформирует соединения тяжёлых металлов в малоподвижные, предотвращая их поступление в выращиваемую продукцию.

Внесение вырабатываемого червями из органических отходов биогумуса (вермикомпоста) способствует повышению урожайности и восстановлению плодородия почв. Дождевые черви выступают в качестве оптимального природного фильтра и дезинтоксиканта, своей жизнедеятельностью обеспечивая аэрацию и разрыхление почв, обогащая биологически активными веществами и способствуя эффективной работе почвенных микроорганизмов [10].

Предлагаемые на рынке микробиологические концентраты серии ЭМ (эффективные микроорганизмы) не получили широкого применения ввиду высокой стоимости и недостаточной эффективности. Также одним из недостатков предлагаемых на рынке удобрений является их несбалансированный состав микроэлементов, непосредственно ответственных за биохимические процессы в растениях.

В настоящее время урожайность сельскохозяйственных культур рассматривается как производная агрохимического состояния почв и дополнительной потребности в органических и минеральных веществах. Биогумус – как идеальное удобрение, содержащее полный перечень легко усваиваемых органических и минеральных компонентов для роста и продуктивности растений. При этом использование различных видов сельскохозяйственных отходов (навоз, помёт, отходы растительного происхождения изолированно или в смесях) в качестве исходного продукта для вермикомпостирования позволяет получать биогумус с заранее прогнозируемым химическим составом.

Целью исследования явилось определение агрохимического, бактериологического и паразитологического состава биогумуса, полученного с помощью эффективной и малозатратной технологии изготовления комплексных экологически чистых удобрений.

Материалы и методы. Объект исследований – черви семейства Lumbricidae (Дендробена Венета). Эксперимент проводился в условиях закрытого помещения в условиях вермиреактора (эксперимент 1) и в полевых условиях (Ставропольская возвышенность) (эксперимент 2) буртовым способом путем вермикомпостирования смеси, состоящей из отходов сельскохозяйственного производства растительного (солома озимой пшеницы) и животного (навоз КРС) происхождения в соотношении 40:60 при температуре окружающей среды 18-25 °С и влажности 70-75 %. Забор проб биогумуса осуществлялся однократно спустя 3 месяца от начала эксперимента по результатам полного вермикомпостирования субстрата.

Исследования проводили по стандартным методикам, утверждённым ГОСТ, и ведомственным методическим указаниям.

Агрохимический, бактериологический и паразитологический анализы биогумуса, полученного при переработке субстрата, состоящего их отходов соломы пшеницы и навоза крупного рогатого скота, были выполнены в условиях аттестованных лабораторий ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский»» (таблица 1) и Испытательного центра ФГБУ «Северо-Кавказская межрегиональная ветеринарная лаборатория» (таблица 2).

Результаты и обсуждение. Земляные черви семейства Lumbricidae широко распространены на всей территории Российской Федерации, неприхотливы к пище, устойчивы к кли-

Таблица 1 – **Исследуемые агрохимические показатели биогумуса и нормативные документы на методы испытаний**

Наименование показателя	Единица измерения	НД на метод испытаний
Массовая доля сухого вещества	%	ГОСТ 26713-85 п.4.2
Массовая доля влаги	%	ГОСТ 26713 п.4.1
Массовая доля органического вещества	%	ГОСТ 27980 - 88
Массовая доля:		
- азота общего	%	ГОСТ 26715-85 п.1
- фосфора общего, в пересчёте на P_2O_5,	%	ГОСТ 26717-85
- калия общего, в пересчете на K_2O	%	ГОСТ 26718-85
Марганец	мг/кг	Методика выполнения измерений массовой доли металлов в почвах. М-МВИ-80-2008 Санкт-Петербург, 2008, п. 4,5
Цинк	мг/кг	
Кобальт	мг/кг	
Молибден (Mo)	%	СТ СЭВ 3367-81 п. 3
Показатель активности водородных ионов, pH	ед.pH	ГОСТ 27979-88

матическим изменениям и неплохо размножаются. При этом они способны перерабатывать различные виды органических отходов животного и растительного происхождения и вырабатывать экологически чистое и высокоэффективное удобрение – биогумус. Черви хорошо прижились, дали потомство и активно перерабатывали субстрат в биогумус.

Результаты бактериологического и паразитологического исследования биогумуса свидетельствуют, что личинки и куколки синантропных мух, личинки гельминтов, цисты кишечных простейших, яйца гельминтов не обнаружены или находятся в пределах допустимых нормативов (таблица 3).

Результаты агрохимического исследования биогумуса, полученного в условиях закрытого помещения и в полевых условиях, по показателям качества (массовая доля сухого вещества, массовая доля влаги, массовая доля органического вещества, pH существенно не отличались) (рисунок 1).

Биогумус, полученный в помещении, в части показателя «массовая доля «азот общий» в 3,2 раза превышал, а в части «калий общий» был в 2,25 раза ниже таковых в биогумусе, полученном в полевых условиях. Массовая доля показателя «фосфор общий» была практически одинаковой в обеих пробах.

Также имели место определённые колебания содержания микроэлементов в пробах биогумуса, выработанного в условиях помещения и в полевых условиях (таблица 4).

Заключение. Проведённые исследования свидетельствуют, что в условиях закрытых помещений и в полевых условиях Ставропольской возвышенности при соблюдении режимов температуры и влажности черви семейства Lumbricidae способны активно перерабатывать отходы сельскохозяйственного производства растительного и животного происхождения и вырабатывать безопасное экологически чистое органоминеральное удобрение – биогумус.

Применение простой, эффективной и малозатратной технологии снимает проблему утилизации отходов сельскохозяйственного производства, превращая токсичные отходы в комплексное удобрение, повышает рентабельность при выращивании сельскохозяйственных культур, их урожайность и пищевую ценность, снижает техногенную нагрузку на окружающую среду.

Предлагаемые решения могут послужить экономическим базисом создания экологически чистого расширенного воспроизводства почвенного плодородия, делают возможным создание рентабельного предпринимательства, имеющего в основе неограниченный рынок сырья и потребления.

Таблица 2 – **Исследуемые бактериологические и паразитологические показатели биогумуса и нормативные документы на методы испытаний**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Норматив	НД на метод испытаний
Паразитарная чистота				
1	Личинки и куколки синантропных мух	-	не допускается	МУ 2.1.7.2657-10 - Энтомологические методы исследования почвы населённых мест на наличие преимагинальных стадий синантропных мух, п. 3,5.
Санитарно-бактериологические показатели				
2	Индекс БГКП	КОЕ/г	1-9	МУК 4.2.3695-21 - Методические указания. Методы микробиологического контроля почвы, п.3, п.4.1
3	Индекс энтерококков	КОЕ/г	1-9	МУК 4.2.3695-21 - Методические указания. Методы микробиологического контроля почвы, п.3, п.5.1
4	Сальмонеллы	КОЕ/г	не допускаются	МУК 4.2.3695-21 - Методические указания. Методы микробиологического контроля почвы, п.3, п.6.1
Санитарно-паразитологические показатели				
5	Личинки гельминтов	-	не допускается	ГОСТ Р 54001-2010 - Удобрения органические. Методы гельминтологического анализа, п. 7.1.1.4; 7.1.2.2.
6	Цисты кишечных простейших	-	не допускается	ГОСТ Р 57782-2017 - Удобрения органические. Методы паразитологического анализа. Методы определения ооцист и цист простейших. Утверждён приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2017 г., п. 8.3.1.
7	Яйца гельминтов	-	Не допускается	ГОСТ Р 54001-2010 - Удобрения органические. Методы гельминтологического анализа, п. 7.1.1.4; 7.1.2.2.

Таблица 3 – **Результаты бактериологического и паразитологического исследования биогумуса**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний
Паразитарная чистота			
1	Личинки и куколки синантропных мух	-	Не обнаружены
Санитарно-бактериологические показатели			
2	Индекс БГКП	КОЕ/г	1
3	Индекс энтерококков	КОЕ/г	0
4	Сальмонеллы	КОЕ/г	Не обнаружены
Санитарно-паразитологические показатели			
5	Личинки гельминтов	-	Не обнаружены
6	Цисты кишечных простейших	-	Не обнаружены
7	Яйца гельминтов	-	Не обнаружены

Таблица 4 – **Массовая доля питательных веществ (в мг/кг)**

Наименование показателя	Эксперимент 1	Эксперимент 2
Марганец	26,11 мг/кг	35,08 мг/кг
Цинк	23,90 мг/кг	31,45 мг/кг
Молибден	0,0008 %	0,001%
Кобальт	1,23 мг/кг	1,33 мг/кг

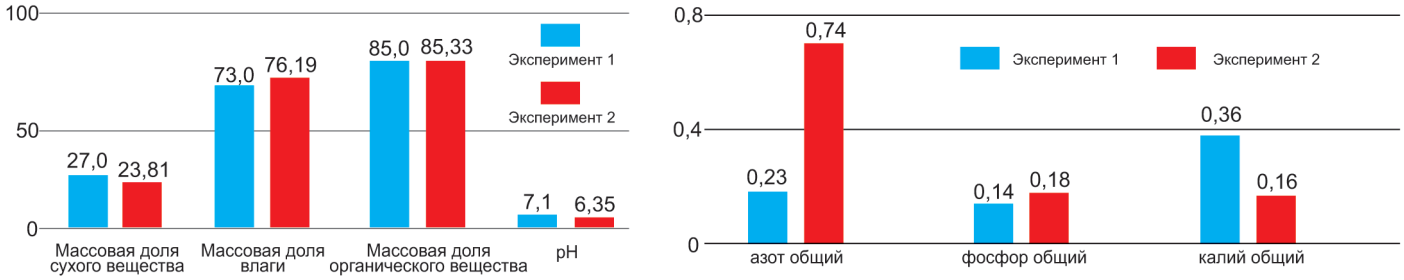


Рисунок 1 – **Показатели качества полученного биогумуса (в %)**

Библиографический список

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2021 году / URL: https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase_id=2534441.

2. Губарев, Д. И. Влияние изменений климата на деградацию почв в аридных зонах Поволжья / Д. И. Губарев, Н. Г. Левицкая, С. С. Деревягин // Аридные экосистемы. – 2022. – Том 28. – № 1 (90). – С. 20-27.

3. Гусева, А. Н. Сельскохозяйственные факторы производства как источник загрязнения окружающей среды / А. Н. Гусева, З. Р. Цуканова, Е. Н. Мерцалов // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2021. – Т. 8. – № 1-2. – С. 23-26.

4. Зеленская, Т. Г. Новые технологии в растениеводстве как условие экологической и продовольственной безопасности / Т. Г. Зеленская, А. А. Коровин, Ю. А. Безгина [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2022. – № 1 (45). – С. 32-36.

5. Палех, В. В. Некоторые соображения и предложения по поводу органического земледелия (хорошо забытые старые приёмы агротехники) // Экологический вестник Северного Кавказа. –2021. – Т. 17. – № 2. – С. 80-91.

6. Рамазанова, Р. Х. Процессы почвообразования при глобальном изменении климата и меры по устойчивому развитию растениеводства в Казахстане // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1. – С. 69-77.

7. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Системы на пределе. Сводный доклад 2021. Рим. URL: https://doi.org/10.4060/cb7654ru.

8. Сырчина, Н. В. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 219-225.

9. Хакбердиев, О. Э. Деградация почв и влияние эрозии на агрохимические свойства почв / О. Э. Хакбердиев, Т. Ш. Шамсиддинов // International Independent Scientific Journal. – 2020. – № 13-2 (13). – С. 27-29.

10. Adams G. O, Fufeyin P. T., Okoro S. E. und Ehinomen I. 2015. Bioremediation, biostimulation and bioaugmention: a review Int J Environ Bioremediation Biodegrad. 3:28-39.

11. Application of in situ bioremediation strategies in soils amended with sewage sludges / E. Urionabarrenetxea, N. Garcia-Velasco, M. Anza [et al.] // Science of the Total Environment. – 2021. – 766. 144099.

12. Bioconversion of agro-industrial wastes: Combined compost and vermicompost processes using Eisenia fetida for stabilization of poultry litter / C. E. Masin, M. E. Fernandez, M. R. Lescano [et al.] // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. – 2020. – 9 (2). – Pp. 107-118.

13. Bioconversion of different organic waste into fortified vermicompost with the help of earthworm: A comprehensive review / S. Singh, J. Singh, A. Kandoria [et al.] // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. – 2020. – 9 (4). – Pp. 423-439

14. Centrality of cattle solid wastes in vermicomposting technology – A cleaner resource recovery and biowaste recycling option for agricultural and environmental sustainability / A. Yuvaraj, R. Thangaraj, B. Ravindran [et al.] // Environmental Pollution. – 2021. – 268. – 115688.

15. Wang, B.-L., Wang, C., Liu, M.-L. Ecological remediation of earthworms on soil-plant system: A review // Chinese Journal of Applied Ecology. – 2021. – 32 (6). – Pp. 2259-2266.

Bibliographic list

1. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2021 / URL: https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-emel-rossiyskoy-federatsii/?sphrase_id=2534441.

2. Gubarev, D. I. Influence of climate change on soil degradation in the arid zones of the Volga region / D. I. Gubarev, N. G. Levitskaya, S. S. Derevyagin // Arid Ecosystems. – 2022. – Vol. 28. – No. 1 (90). – Pp. 20-27.

3. Guseva, A. N. Agricultural factors of production as a source of environmental pollution / A. N. Guseva, Z. R. Tsukanova, E. N. Mertsalov // Breeding and variety cultivation of horticultural crops. – 2021. – Vol. 8. – No. 1-2. – Pp. 23-26.

4. Zelenskaya, T. G. New technologies in crop production as a condition for environmental and food security / T. G. Zelenskaya, A. A. Korovin, Yu. A. Bezgina [et al.] // Bulletin of the APK of Stavropol. – 2022. – No. 1 (45). – Pp. 32-36.

5. Palekh, V. V. Some considerations and suggestions about organic farming (well-forgotten old methods of agricultural technology) // Ecological Bulletin of the North Caucasus. –2021. – Vol. 17. – No. 2. – Pp. 80-91.

6. Ramazanova, R. Kh. Soil formation processes under global climate change and measures for the sustainable development of crop production in Kazakhstan // Soil Science and Agrochemistry. – 2022. – No. 1. – Pp. 69-77.

7. The state of the world's land and water resources for food and agriculture. Systems on the edge. Summary report 2021. Rome. URL: https://doi.org/10.4060/cb7654ru.

8. Syrchina, N. V. Chemical land degradation under the influence of livestock waste / N. V. Syrchina, L. V. Pilip, T.Ya. Ashikhmina // Theoretical and Applied Ecology. – 2022. – No. 3. – Pp. 219-225.

9. Khakberdiev, O. E. Soil degradation and the effect of erosion on the agrochemical properties of soils / O. E. Khakberdiev, T. Sh. Shamsiddinov // International Independent Scientific Journal. – 2020. – No. 13-2 (13). – Pp. 27-29.

10. Adams G. O, Fufeyin P. T., Okoro S. E. und Ehinomen I. 2015. Bioremediation, biostimulation and bioaugmention: a review Int J Environ Bioremediation Biodegrad. 3:28-39.

11. Application of in situ bioremediation strategies in soils amended with sewage sludges / E. Urionabarrenetxea, N. Garcia-Velasco, M. Anza [et al.] // Science of the Total Environment. – 2021. – 766. 144099.

12. Bioconversion of agro-industrial wastes: Combined compost and vermicompost processes using Eisenia fetida for stabilization of poultry litter / C. E. Masin, M. E. Fernandez, M. R. Lescano [et al.] // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. – 2020. – 9 (2). – Pp. 107-118.

13. Bioconversion of different organic waste into fortified vermicompost with the help of earthworm: A comprehensive review / S. Singh, J. Singh, A. Kandoria [et al.] // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. – 2020. – 9 (4). – Pp. 423-439

14. Centrality of cattle solid wastes in vermicomposting technology – A cleaner resource recovery and biowaste recycling option for agricultural and environmental sustainability / A. Yuvaraj, R. Thangaraj, B. Ravindran [et al.] // Environmental Pollution. – 2021.– 268. 115688.

15. Wang, B.-L., Wang, C., Liu, M.-L. Ecological remediation of earthworms on soil-plant system: A review // Chinese Journal of Applied Ecology. – 2021. – 32 (6). – Pp. 2259-2266.

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР АГРОБИЗНЕСА

ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого земледелия разработаны технологии орошения и информационное обеспечение систем управления водным режимом почвы на посевах семенного и продовольственного картофеля, возделываемого при дождевании и на системах капельного орошения.

КЛЮЧЕВЫЕ КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА, ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ЦЕННОСТЬ:

- разработаны оптимальные сочетания основных факторов жизни растений для получения планируемой урожайности семенного и продовольственного картофеля при орошении
- урожайность семенных клубней картофеля в зависимости от способов и густоты посадки, доз и сроков внесения удобрений, предполивной влажности и расчетного слоя, сортов и качества посадочного материала изменяется от 20,0 до 35,0 т/га, продовольственных – от 25,0 до 50,0 т/га
- максимальной продуктивностью характеризуются посадки картофеля сортов как отечественной селекции, так и дальнего и ближнего зарубежья
- повышается качество полива, предотвращается ирригационная эрозия почвы, снижается энергоемкость полива и обеспечивается получение планируемой урожайности

на правах рекламы

400002, Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9
8 (8442) 60-24-28, 8 (8442) 60-24-33
vniioz@yandex.ru
vniioz.ru

УДК 633.853.52:633.34:631.67 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-10

ПРИЁМЫ ПОВЫШЕНИЯ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ ПРИ ОРОШЕНИИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

METHODS OF INCREASING THE SEED PRODUCTIVITY OF SOYBEAN CROPS DURING IRRIGATION IN THE LOWER VOLGA REGION

В. В. Толоконников, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, tolokonnikov@vniioz.ru, ORCID: 0000-0001-5457-0947,
С. С. Мухаметханова, младший научный сотрудник, лаборант-исследователь, muha2014damir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9002-1344,
Г. П. Канцер, старший лаборант, Kantser.galina@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5785-5550

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Российская Федерация

V.V. Tolokonnikov, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, tolokonnikov@vniioz.ru, ORCID: 0000-0001-5457-0947,
S. S. Mukhametkhanova, junior researcher, laboratory researcher, muha2014damir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9002-1344,
G. P. Cancer, senior laboratory assistant, Senior Assistant, Kantser.galina@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5785-5550

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФГБНУ ВНИИОЗ по теме FNFR-2022-0007 «Создать стрессоустойчивые к условиям аридизации климата генетические ресурсы сельскохозяйственных культур (соя, кукуруза), обладающие важными хозяйственно-ценными признаками, отзывчивые на орошение для получения безопасных и качественных, в том числе функциональных продуктов питания».

На основе многолетнего поэтапного проведения сортосмены и обновления репродукций семян, улучшающихся в звеньях первичного семеноводства сортов, усовершенствована технология возделывания семенной сои. Модернизация селекции и семеноводства сои в условиях орошения привела к повышению урожайности этой культуры у сортов: Волгоградка 1 – с 2,51 до 2,66 т/га, ВНИИОЗ 86 – с 2,21 до 2,36 т/га, ВНИИОЗ 76 – с 2,81 до 2,84 т/га, Волгоградка 2 – с 3,41 до 3,69 т/га зерна. Исследования ФГБНУ ВНИИОЗ показали, что для получения семян сои с энергией прорастания 90-100 %, массой 1000 зёрен 125-185 г и проростков в сухом состоянии – 12-20 г, необходимо: производить семена в условиях орошения на светло-каштановых почвах, где более лучшие температурные (не ниже 19 ºС) условия для формирования качественных семян, чем в степной зоне чернозёмных почв Волгоградской области; назначать сроки обновления семян через первичное семеноводство, учитывая динамику урожайности по годам и возраст сортов; внедрять специализированные короткоротационные – до 5 лет севообороты (семеноводческие); посев широкорядным (0,70 х 0,024 м) способом, при котором лучше освещаются нижние и средние яруса растений, чем в рядовом (0,30 х 0,042 м) агрофитоценозе; дифференцировать режим орошения (70-80-70 % НВ) по фазам развития растений с увеличенной подачи воды в период «цветение-налив бобов»; на 7 суток раньше начинать уборку семенной сои, при влажности семян не ниже 15-17 % во избежание их дробления; применять калибрования с отбором крупной, более энергично прорастающей (90-95 %) фракции семян (160 г/1000 зёрен) на круглых – 0,0055 м в диаметре нижних решётах.

On the basis of long-term step-by-step carrying out of variety exchange and updating of reproductions of seeds improving in the links of primary seed production of varieties, the technology of cultivation of seed soybeans has been improved. Modernization of soybean breeding and seed production under irrigation conditions has led to an increase in the yield of this crop in varieties: Volgogradka 1 – from 2.51 to 2.66 t/ha, VNIIOZ 86 – from 2.21 to 2.36 t/ha, VNIIOZ 76 – from 2.81 to 2.84 t/ha, Volgogradka 2 – from 3.41 to 3.69 t/ha of grain. Studies of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture have shown that in order to obtain soybean seeds with a germination energy of 90-100 %, a mass of 1000 grains of 125-185 g and seedlings in a dry state of 12-20 g, it is necessary: to produce seeds under irrigation conditions on light chestnut soils, where better temperature (not lower than 19 ° C) conditions for the formation of high–quality seeds than in the steppe zone of chernozem soils of the Volgograd region, to assign seed renewal dates through primary seed production, taking into account the dynamics of yield by year and the age of varieties, to introduce specialized short–rotation - up to 5 years crop rotations (seed), sowing in a wide-row (0.70 x 0.024 m) way, in which the lower and middle tiers of plants are better illuminated than in an ordinary (0.30 x 0.042 m) agrophytocenosis, to differentiate the irrigation regime (70-80-70 % MBHC) according to the phases of plant development with increased water supply during the «flowering period-pouring beans», to start harvesting 7 days earlier for soybean seeds, with a seed moisture content of at least 15-17 %, in order to avoid crushing them, the use of calibration with the selection of a large, more vigorously germinating (90-95 %) seed fraction (160 g/1000 grains) on round – 0.0055 m in diameter lower sieves.

Ключевые слова: соя, сорта, орошение, урожайность, сортосмена, сортообновление, селекция и семеноводство, технология производства семенной сои.

Key words: soybeans, varieties, irrigation, productivity, variety change, variety renewal, breeding and seed production, seed soybean production technology.

Введение. Соя относится к энергетически ценным сельскохозяйственным культурам с потенциалом пищевых калорий до 1500 в 100 граммах зерна. Всего 170 грамм её семян способно удовлетворить суточную потребность организма в важнейших элементах питания. Благодаря значительному содержанию (в среднем 40 %) сырого протеина, масла (20 %) и углеводов (25 %) соевые продукты полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к продуктам питания.

В Российской Федерации, несмотря на менее пригодные для роста и развития сои природные условия, чем у большинства регионов – лидеров по её возделыванию, площади посева за предшествующую пятилетку держатся на высокой отметке – 3,5 млн. га, но урожайность не превышает 1,6 т/га. Установлено, что снижение качества применяемых для посева семян является одной из основных причин уменьшения урожайности у этой культуры [3, 5, 12]. Поэтому очень важно разработать зональную агротехнологию производства семенной сои, имеющую значительные отличия от выращивания зерна, идущего на товарные цели. Интенсификация сортосмены, характерная для зарубежного сеепроизводства [13], трудноосуществима в нашей стране из-за менее благоприятных метеоусловий большинства зон значительного распространения посевов этой культуры в Центральном, Дальневосточном, Южном федеральных округах. Научный и производственный опыт показывает [3, 11], что в условиях орошения возможно одновременное усиление селекционных исследований – ускорение сортосмены и сортообновления.

Цель исследований – установить факторы, способствующие увеличению производства семенного материала сои.

Материалы и методы. Для исследований использовали сорта селекции ФГБНУ ВНИИОЗ, выведенные на различных этапах селекционного процесса и зарегистрированные в Госсортреестре для использования в производстве Нижневолжского региона: Волгоградка 1 (в Госсреестре с 1991 года), ВНИИОЗ 86 (с 2002 года), ВНИИОЗ 76 (с 2003 года), ВНИИОЗ 31 (с 2011 года), Волгоградка 2 (с 2020 года).

Конкурсное и экологическое сортоиспытание выполняли по методике Госсорткомиссии [1, 3]. Посевная площадь делянок 25 м² в 4-х кратной повторности. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли их проращиванием в электрическом термостате. Звенья первичного семеноводства и апробацию посевов проводили в соответствии с требованиями методики первичного и элитного семеноводства [6, 7, 10].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что в условиях орошения семена, характеризующиеся высокими урожайными свойствами, должны иметь энергию прорастания – 90-100 %, массу 1000 зёрен – 125 -185 г, высушенных проростков – 12-20 г.

Таблица 1 – **Динамика улучшения сортосмены и сортообновления сои в условиях орошения на светло-каштановых почвах Волгоградской области.**

Сорта	Годы сортоиспытания	Категория семян	Урожайность, т/га	НСР05, т/га	Отклонение от категории оригинальные семена	
	1 этап сортосмены				т/га	%
Волгоградка 1	1985-1987	Оригинальные	2,51	0,23	-	-
	1988-1990	Элитные	2,98	0,26	0,47	18,7
	1999-2001	Элитные	2,77	0,24	0,26	10,4
	2006-2008	1-я репродукция	2,90	0,23	0,24	9,6
	2011-2013	2-я репродукция	2,75	0,30	0,39	15,5
	2018-2020	3-я репродукция	2,66	0,22	0,15	6,0
ВНИИОЗ 86	1997-1999	Оригинальные	2,21	0,21	-	-
	2006-2008	Элитные	2,35	0,23	0,14	6,3
	2011-2013	1-я репродукция	2,42	0,30	0,15	6,8
	2018-2020	2-я репродукция	2,36	0,19	0,21	9,5
ВНИИОЗ 76	1997-1999	Оригинальные	2,81	0,21	-	-
	2006-2008	Элитные	2,68	0,22	0,13	4,6
	2011-2013	1-я репродукция	2,91	0,30	0,03	1,1
	2018-2020	2-я репродукция	2,84	0,22	0,10	3,6
ВНИИОЗ 31	2006-2008	Оригинальные	3,01	0,23	-	-
	2011-2013	Элитные	3,11	0,30	0,10	3,3
	2018-2020	1-я репродукция	3,18	0,22	0,17	5,6
Волгоградка 2	2016-2018	Оригинальные	3,41	0,25	-	-
	2019-2021	Элитные	3,69	0,26	0,28	8,2

Поэтапное проведение сортосмены и периодическое обновление семян сортов, поступающих в звенья первичного семеноводства, привело к повышению урожайности сои до 2,36 – 3,69 т/га по сравнению с начальными этапами модернизации селекции и семеноводства – 2,21-3,41 т/га (Таблица 1).

Установлено, что получение семян сои с высокими посевными качествами связано со многими факторами. Для этого важно выполнять приёмы агротехники и оросительной мелиорации, усовершенствованные и разработанные в ФГБНУ ВНИИОЗ.

При производстве семян в условиях орошения в сухостепной зоне и полупустынной зоне светло-каштановых почв Волгоградской области, где складывается более благоприятная температура воздуха (не ниже 19 ºС), формируются качественные семена в период их налива в бобах (конец августа – начало сентября), чем при возделывании семенной сои в степной зоне чернозёмных почв Волгоградской области [12].

Воспроизводить структуру сорта в первичном семеноводстве необходимо с учётом его наследственно обусловленных признаков и времени использования в сельскохозяйственном производстве. Сорта, характеризующиеся длительным сроком возделывании – Волгоградка 1, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, необходимо подвергать методу индивидуально-семейного отбора и использовать на посев выделенные при оценке по потомству, типичные сорту семена. Семеноводство новых генотипов ВНИИОЗ 31, Волгоградка 2 можно организовать на основе использования массового отбора, ускоряющего и удешевляющего производство оригинальных семян.

Внедрение специализированных севооборотов для получения семян даёт возможность уйти от засорения посевов сои семенами как других её сортов, так и культур (горох, фасоль, нут). Возможно применение такой схемы: озимая пшеница; картофель; кукуруза; соя; яровые колосовые [12].

Предпосевная обработка семян эффективными штаммами биоудобрения ризоторфин штамма 645, 646 с добавкой водного раствора бишофита (20 %) на фоне азотно-фосфорного (по 90 кг д.в/га), калийного (60 кг д.в/га) удобрений повышает массу 1000 зёрен и содержание NPK, в том числе P_2O_5 в семенах.

Посев широкорядным способом (0,70 х 0,024 м) за счёт лучшего освещения нижнего и среднего ярусов стеблестоя улучшает посевные качества семян – энергию прорастания до 93,5 %, всхожесть до 100 %, в сравнении с рядовым (0,30 х 0,042 м) – соответственно 71,5 %; 78,5% [12].

При возделывании семенной сои важно оптимизировать режим орошения, который от всходов до бутонизации должен быть не ниже 70 % НВ. В репродукционный период – цветение, рост бобов и налив семян – растения получают наибольшее количество оросительной воды, 80 % НВ. Значительное уменьшение её подачи (70 % НВ) в период созревания существенно ухудшает условия налива мало пригодных для посева семян в бобах верхнего яруса. Эти семена становятся сильно мелкими 86-98 г/1000 з. и при сортировании полностью удаляются, не ухудшив весь семенной материал. Оросительная норма составляет 2500-3000 м³/га и поддерживается проведением 7-8 вегетационных поливов [3].

Разработанная технология семеноводства запатентована ФГБНУ ВНИИОЗ. Патент на изобретение RU 2606921 от 10.01.2017. Заявка № 2015121443 от 04.06.2015.

Механизированную уборку семеноводческих посевов следует проводить раньше на 7 дней и приурочивать её к сроку формирования семян с влажностью не ниже 15-17 %, для избежания их дробления.

Работа на току включает немедленную очистку зернового вороха на машинах Петкус, ЗАВ 20, ЗАВ 40 с применением верхних круглых решёт диаметром до 0,01 м, нижних – с прямоугольными до 0,0045 м ячейками. Отбор калиброванием крупной фракции семян (в пределах 160 г /1000 з.) на нижних решётах с крупными (до 0,0055 м диаметра) отверстиями способствует выделению наиболее качественных семян с лучшей энергией прорастания (90-95 %), чем полученных с применением только продолговатых нижних решёт (соответственно 77-82 %).

Заключение. На основании проведённых исследований установлено, что при выращивании на семена раннеспелых сортов сои, таких как ВНИИОЗ 86, и среднеспелых Волгоградка 1, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 2 селекции ФГБНУ ВНИИОЗ, в условиях орошения Нижнего Поволжья на повышение семенной продуктивности влияют следующие агротехнические приёмы: дифференцированный режим орошения 70 % НВ в фазу «полные всходы - бутонизация», 80 % НВ «цветение-налив семян» и 70 % НВ «созревание»; широкорядный способ посева (0,70 х 0,024 м) способствует получению большего количества семян нормативной фракции, массой 1000 зёрен в пределах 160 г и более. Он также способствует повышению посевных качеств семян в сравнении с рядовым способом посева с разницей более 20 %. Применение всех перечисленных приёмов повышения семенной продуктивности сортов сои, в условиях орошения, существенно увеличивает объём производства, посевные и хозяйственные свойства семян.

Библиографический список

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (Официальное издание). – М., 2022. – 423 с.

2. Гончаров, В. Д. Решение проблемы кормового белка в животноводстве / В. Д. Гончаров // Экономика, труд,

Bibliographic list

1. The state register of breeding achievements admitted to use // Ministry of Agriculture of the Russian Federation, State Commission of the Russian Federation for the test and protection of breeding achievements (official publication). – M., 2022. – 423 p.

2. Goncharov, V. D. Solving the problem of fodder protein in animal water / V. D. Goncharov // Economics, labor management in agriculture. – 2019. – No. 1 (46). – Pp. 64-69.

управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (46). – С. 64-69.

3. Модернизация методов семеноводства сортов сои в Нижнем Поволжье / Т. С. Кошкарова, В. В. Толоконников, Г. П. Кошкарова, С. С. Мухаметханова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3 (59). – С. 205-211.

4. Линников, П. И. Российский рынок сои: тенденции, перспективы развития / П. И. Линников // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 10. – С. 81-86.

5. Лукомец, В. М. Теоретическое обоснование возможности отбора перспективных особей в сортовых популяциях самоопылителей на примере сои / В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов, Е. В. Мощненко // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 2 (186). – С. 31-40.

6. Методические рекомендации по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур // М., 1990. – 33 с.

7. Значение селекционного индекса новых гибридов кукурузы на зерно при выращивании на богаре и при орошении / О. Н. Панфилова, Е. В. Чугунова, Ю.А. Авилова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 3. – С. 23-28.

8. Попова, Н. П. Особенности белкового комплекса семян сои северного экотипа / Н. П. Попова, М. Е. Белышкина, Т. П. Кобозева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 104-108.

9. Новые районированные отечественные сорта сои. / А. Б. Самсалиев, А. К. Самсалиев, Р. Н. Тунгучбаева, С. Ш. Намазбекова // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. – 2018. – № 2 (47). – С. 64-69.

10. Генетические источники и методы селекции сои в условиях орошения / В. В. Толоконников, Т. С. Кошкарова, Л. В. Вронская, С. С. Мухаметханова // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 2 (33). – С. 22-25..

11. Халимов, Ш. А. Полосовая технология возделывания кукурузы и сои на зерно – новый этап в развитии соесеяния на орошаемых землях Поволжья / Ш. А. Халимов, А. Н. Никишанов // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 40-45.

12. Соя при орошении в Нижнем Поволжье / Г. О. Чамурлиев, В. В. Толоконников, О. Г. Чамурлиев // Монография. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. – 156 с.

13. Ontario soybean variety trials report. – Ontario soybean and Canola Committee. – 2020 :[электронный ресурс]. – Режим доступа: – https://www.gosoy.ca/performan-ce.php.

3. Modernization of the methods of seed production of soybean varieties in the Lower Volga region / T. S. Koshkarova, V. V. Tolokonnikov, G. P. Koshkarova, S. S. Mukhametkhanova // News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher professional education. – 2020. – No. 3 (59). – Pp. 205-211.

4. Linnikov, P. I. Russian Soy market: trends, development prospects / P. I. Linnikov // Agrarian Scientific Journal. – 2018. – No. 10. – Pp. 81-86.

5. Lukomets, V. M. Theoretical justification of the possibility of selecting promising individuals in the varietal populations of self-pollinators for the example of soybean / V. M. Lukomets, S. V. Zelentsov, E. V. Moshnenko // Oilchical Cultures. – 2021. – Issue 2 (186). – Pp. 31-40.

6. Methodological recommendations for the production of seeds of the elite of grain, grain and cereal crops // M., 1990. – 33 p.

7. The value of the breeding index of new hybrids of corn on grain when growing on Bogar and during irrigation / O. N. Panfilova, E. V. Chugunova, Yu. A. Avilova [et al.] // Agrarian Scientific Journal. – 2020. – No. 3. – Pp. 23-28.

8. Popova, N. P. Features of the protein complex of soybean seeds of the northern ecotype / N. P. Popova, M. E. Belyshkina, T. P. Koboseva // News of the Timiryazevsky Agricultural Academy. – 2018. – No. 1. – Pp. 104-108.

9. New zoned domestic soy varieties / A. B. Samsaliev, A. K. Samsaliev, R. N. Tunguchbaeva, S. Sh. Namazbekova // Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Scriabin. – 2018. – No. 2 (47). – Pp. 64-69.

10. Genetic sources and methods of soybean selection under irrigation conditions / V. V. Tolokonnikov, T. S. Koshkarova, L. V. Vronskaya, S. S. Mukhametkhanova // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 2 (33). – Pp. 22-25.

11. Khalimov, Sh. A. The strip technology of cultivating corn and soy on grain is a new stage in the development of sowing on the irrigated lands of the Volga region / Sh. A. Khalimov, A. N. Nikishanov // Agrarian Scientific Journal. – 2019. – No. 2. – Pp. 40-45.

12. Soya, with irrigation in the Nizhny Volga region / G. O. Chamurliev, V. V. Tolokonnikov, O. G. Chamurliev // Monograph. Volgograd SAU. – 2018. – 156 p.

13. Ontario Soybean Variety Trite Report. – Ontario Soybean and Canola Committee. – 2020: [Electronic resource]. – Access mode: - https://www.gosoy.ca/performan-ce.php.

УДК 633.1 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-1

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ

ECONOMIC EFFICIENCY OF CULTURE OF CEREALS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF INGUSHETIA

М. У. Гамботова, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом «Агроэкология и богарное земледелие», maret.gambotova@bk.ru , ORCID: 0009-0001-4433-3195,
М. А. Базгиев, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ishos06@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7529-6171,
К. Ш. Бадургова, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе, kulsum1977@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8203-2481,
Р. А. Оздоев, младший научный сотрудник, hg1alg1a069573@gmail.com, ORCID: 0009-0009-6134-3561

ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Сунжа, Республика Ингушетия

M. U. Gambotova, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Agroecology and Rainfed Agriculture Department, maret.gambotova@bk.ru, ORCID: 0009-0001-4433-3195,
M. A. Bazgiev, Candidate of Agricultural Sciences, Director, ishos06@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7529-6171,
K. Sh. Badurgova, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research, kulsum1977@mail.ru , ORCID: 0000-0002-8203-2481,
R. A. Ozdoev, junior researcher, hg1alg1a069573@gmail.com, ORCID: 0009-0009-6134-3561

Ingush Research Institute of Agriculture, Sunzha, Republic of Ingushetia

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме: «Разработать элементы адаптивно-ландшафтной системы земледелия, обеспечивающие устойчивость агроландшафтов, воспроизводство почвенного плодородия и более полную реализацию биологического потенциала сельскохозяйственных культур. Регистрационный номер 1021060207428-1-4.1.1».

Зерновые культуры имеют важное стратегическое значение для обеспечения населения продуктами первой необходимости. Уровень эффективности производства зерна, в том числе крупяных культур, оказывает влияние в целом на экономику страны. Каждый регион имеет свои природные и экономические особенности. Поэтому с учётом характеристики данной территории определяют экономическую эффективность. Наращивание производства зерна и, как следствие, получение высокой прибыли является одной из основных задач сельскохозяйственного производства. Одними из самых потребляемых и ценных культур среди крупяных являются просо и гречиха. Производство этих культур приносит высокий доход, они практически всё время пользуются высоким спросом у населения. Правильная организация работы по подбору ключевых элементов при производстве крупяных культур, в частности, посевные сроки, нормы, сорта, является основным критерием повышения экономической эффективности посевов. Выявление экономически эффективных элементов технологии возделывания способствует уменьшению ресурсного потенциала за счёт внедрения в технологию соответствующего приёма. Основным фактором стабилизации выращивания зерна является использование в производстве новых высокоурожайных сортов, адаптированных к местным условиям. В статье

Grain crops are of great strategic importance for providing the population with essential products. The level of efficiency of grain production, including cereal crops, has an overall impact on the country's economy. Each region has its own natural and economic features. Therefore, taking into account the characteristics of this territory, economic efficiency is determined. Increasing grain production, and, as a result, obtaining high profits, is one of the main tasks of agricultural production. One of the most consumed and valuable cereal crops are millet and buckwheat. The production of these crops brings a high income and they are in high demand among the population almost all the time. The correct organization of work on the selection of key elements in the production of cereal crops, in particular, sowing dates, norms, varieties, is the main criterion for increasing the economic efficiency of crops. Identification of cost-effective elements of cultivation technology helps to reduce the resource potential through the introduction of an appropriate technique into the technology. The main factor in the stabilization of grain production is the use in the production of new high-yielding varieties adapted to local conditions. The article presents the results of the economic efficiency of the production of various varieties of buckwheat and millet in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of Ingushetia. It has been established that, depending on the timing of sowing, both the yield and the

представлены результаты экономической эффективности производства различных сортов гречихи и проса в условиях лесостепной зоны Республики Ингушетия. Установлено, что в зависимости от сроков сева повышаются и урожайность, и экономическая эффективность производства. Анализировались такие показатели, как себестоимость производства, стоимость валовой продукции, чистая прибыль и рентабельность производства. Результатом является то, что при правильной организации производства в почвенно-климатических условиях Республики Ингушетия возможно получение высоких урожаев крупяных культур. Это способствует высокой прибыли, особенно при выращивании ценных сортов.

economic efficiency of production increase. Such indicators as the cost of production, the cost of gross output, net profit and profitability of production were analyzed. The result is that with the correct organization of production in the soil and climatic conditions of the Republic of Ingushetia, it is possible to obtain high yields of cereal crops. This contributes to high profits, especially when growing valuable varieties.

Ключевые слова: прибыль, экономическая эффективность, сорт, производство, валовой сбор, рентабельность.

Key words: profit, economic efficiency, variety, production, gross harvest, profitability.

Введение. Развитие сельского хозяйства требует последовательного увеличения производства и систематического извлечения прибыли. Это относится и к крупяным культурам. Одними из ведущих крупяных культур являются гречиха и просо. Гречиха и просо – важные крупяные культуры, пользующиеся устойчивыи спросом [5, 11]. Для повышения урожайности и качества зерна крупяных культур необходимо правильно подобрать элементы технологии возделывания (нормы высева, способы посева, потенциал сортов [7].

Гречиха и просо обладают высокими вкусовыми достоинствами и большой питательностью. Эти культуры имеют ряд преимуществ по сравнению с другими культурами. Например, у проса короткий вегетационный период, отсутствие специфических вредителей и болезней, засухоустойчивость, длительное хранение семян [8]. Просо является страховой культурой при гибели озимых культур. По пищевым достоинствам пшено превосходит рисовую и перловую крупу [4]. При высоких урожаях просо обеспечивает хорошие доходы хозяйству, особенно если выращивать ценные сорта. Культура хорошо адаптируется к разным условиям и имеет высокую окупаемость [2].

Гречиха имеет высокие вкусовые качества, используется широко в диетологии, а её жиры стойки к окислению.Это важно при длительном хранении [10]. Гречиха имеет также и лекарственное значение [12].

Получение высокой урожайности крупяных культур с хорошими потребительскими свойствами, которые позволяют установить на неё хорошую цену, способствует увеличению прибыли и повышению рентабельности производства. На величину прибыли влияют и затраты на производство, урожайность и цена реализации [9].

Основным фактором стабилизации производства зерна крупяных культур является использование в производстве новых высокоурожайных сортов, адаптированных к

Таблица 1 – **Экономическая эффективность производства зерна проса в условиях лесостепной зоны республики Ингушетия**

Сорт/срок сева	Показатели					
	урожайность, т/га	цена реализации, тыс. руб.	стоимость продукции, тыс. руб.	затраты на 1 га, тыс. руб.	прибыль, тыс. руб.	рентабельность, %
Эльбрус-10		15,0				
10.05	2,8		42,0	18,5	23,5	127,0
20.05	3,0		45,0	19,1	25,9	135,6
30.05	2,4		36,0	19,7	16,3	82,7
Чегет		15,0				
10.05	2,9		43,5	18,5	25,0	135,1
20.05	3,3		49,5	19,1	30,4	159,2
30.05	2,5		37,5	19,7	17,8	90,4
Родимое		15,0				
10.05	2,7		40,5	18,5	22,0	118,9
20.05	2,9		43,5	19,1	24,4	127,8
30.05	2,3		34,5	19,7	14,8	75,1
$НСР_{05}$ А	0,14-0,21					
$НСР_{05}$ В	1,19-0,24					

Таблица 2 – **Экономическая эффективность производства зерна гречихи в условиях лесостепной зоны республики Ингушетия**

Сорт/срок сева	Показатели					
	урожайность, т/га	цена реализации, тыс. руб.	стоимость продукции, тыс. руб.	затраты, тыс. руб.	прибыль, тыс. руб.	рентабельность, %
Девятка		25				
10.05	2,1		52,5	19,2	33,3	173,4
20.05	1,8		45,0	19,8	25,2	127,2
30.05	1,6		40,0	20,4	19,6	96,1
Темп		25				
10.05	1,7		42,5	19,2	23,7	123,4
20.05	1,5		37,5	19,8	17,7	89,4
30.05	1,2		30,0	20,4	9,6	47,1
$НСР_{05}$А	0,18-0,23					
$НСР_{05}$В	0,21-0,26					

местным условиям [6]. Экономический аспект возделывания культур направлен на сокращение ресурсного капитала, снижение себестоимости продукции и повышение экономической эффективности производства [1].

В республике в связи с изменением почвенно-климатических условий в сторону потепления необходимо увеличить объёмы производства засухоустойчивых культур, каковыми и являются гречиха и просо.

Материалы и методы. Полевые опыты по изучению экономической эффективности возделывания крупяных культур проводились в течение трёх лет в лесостепной зоне Республики Ингушетия. Объекты исследований – сорта гречихи Девятка и Темп и сорта проса Эльбрус-10, Чегет и Родимое. Исследования проводились в 3 срока сева – 10 мая, 20 мая и 30 мая. Почва опытного участка – выщелоченный чернозём с pH, близкой к нейтральной, и содержанием гумуса 4-4,5 %. Площадь делянки – 24 кв. м. Опыты закладывались в трёхкратной повторности. Расположение делянок – систематическое. Способ посева – широкорядный. Предшественником служила озимая пшеница. Учёты и наблюдения проводились по Методике Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Метеорологические условия в годы исследований способствовали получению высоких урожаев крупяных культур.

Результаты и обсуждение. Несмотря на то, что крупяные культуры обладают высокой питательной ценностью, в республике их площадей очень мало. Недостаточная изученность агротехники влечёт за собой получение низких урожаев. Дефицит крупяного сырья обуславливает рост цен.

Такие показатели, как объём, цена и себестоимость, влияют на устойчивость производства в целом. Выявление экономически эффективных элементов технологии возделывания способствует уменьшению ресурсного потенциала за счёт внедрения в технологию соответствующего приёма. Одним из таких приёмов является установление оптимального срока сева.

Экономическая эффективность определяется системой показателей, главным составляющим которого служит урожайность.

При экономической оценке возделывания крупяных культур учитывались все затраты, начиная с посева и до уборки. В результате определены прибыль и рентабельность производства. При оптимальном сроке сева вследствие увеличения урожайности увеличивается и размер прибыли.

По данным таблицы 1, максимальный урожай по всем сортам получен при севе 20 мая. Так, урожайность сорта Эльбрус-10 составила 3,0 т/га, сорта Чегет – 3,3 т/га и сорта Родимое – 2,9 т/га. Параллельно с ростом урожайности увеличивается и прибыль. Она составила при оптимальном сроке сева 20 мая по сортам: Эльбрус-10 – 25,9 тыс.руб./га, Чегет – 30,4 тыс.руб./га и Родимое – 24,4 тыс.руб./га.

При посеве 10 мая прибыль уменьшилась соответственно на 2,4; 5,4 и 2,4 тыс. рублей. При севе 30 мая по сравнению со вторым сроком прибыль меньше у сорта Эльбрус-10 на 9,6 тыс. рублей, у сорта Чегет – 12,6 тыс. рублей и сорта Родимое – 9,6 тыс. рублей.

По уровню рентабельности самый высокий показатель у сорта Чегет посева 20 мая – 159,2 %. При посеве в этот же срок рентабельность сорта Эльбрус-10 – 135,6 %, что на 23,6 % меньше, чем у Чегета. А у сорта Родимое – 127,8 %, что на 31,4 % меньше, чем у сорта Чегет и на 7,8 % меньше, чем у сорта Эльбрус-10. Варьирование рентабельности внутри сорта по срокам сева составляет 52,9 % у сорта Эдьбрус-10; 68,8 % у сорта Чегет и 52,7 % у сорта Родимое. Самая низкая рентабельность (75,1 %) у сорта Родимое посева 30 мая.

Наибольшая урожайность гречихи получена в первый срок сева – 10 мая. Она составила у сорта Девятка 2,1 т/га и у сорта Темп – 1,7 т/га. При оттягивании сроков сева урожайность снижается. Вслед за урожайностью сокращается и получаемая прибыль. Так, если при посеве 10 мая прибыль у сорта Девятка составила 33,3 тыс. руб./га, то при посеве через 10 дней – 25,2 тыс.руб./га, через 20 дней – 19,6 тыс.руб./га, то есть при оттягивании срока сева на 20 дней прибыль снизилась на 13,7 тыс. рублей.

У сорта Темп показатели прибыли по срокам сева снижаются от 23,7 тысячи рублей при посеве 10 мая до 9,6 тысячи при посеве 30 мая, что ниже на 14,1 тысячи. При первом сроке сева рентабельность составили 173,4 %, при посеве через 10 дней она составила 127,2 %; при посеве 30 мая – 96,1 %.

У сорта Темп рентабельность варьирует по срокам сева от 123,4 до 47,1 %.

То есть, при оттягивании сроков на 20 дней она снижается на 76,3 %. Очевидно, что более высокие урожаи, а, следовательно, и прибыль даёт посев гречихи в первой декаде мая.

Заключение. Прибыль – основной показатель высокоэффективного производства. Выход зерна является интегральным показателем, который получен при взаимодействии технологических приёмов и природных факторов.

Проведенный экономический анализ показывает, что производство ценного крупяного зерна в республике является экономически обоснованным и выгодным. Оптимальным сроком сева, при котором получена самая высокая урожайность (3,3 т/га), является 20 мая. Прибыль при этом сроке сева – 30,4 тысячи рублей с одного гектара. Последний срок сева дал самую низкую прибыль – 17,8 тысячи рублей с гектара. Рентабельность, аналогично прибыли, самая высокая при севе 20 мая по всем сортам, и максимальный показатель у сорта Чегет – 159,2 %. Самая низкая рентабельность у сорта Родимое – посева 30 мая – 75,1 %.

Сорта гречихи самую высокую урожайность, прибыль и рентабельность показали при посеве в первой декаде мая. Самый высокий показатель рентабельности у сорта Девятка – 173,4 %, у сорта Темп этого же срока сева она составляет 123,4 %.

Результаты проведённых исследований показали, что выращивание крупяных культур в лесостепной зоне Республики Ингушетия с правильным подбором элементов технологии возделывания и сортов экономически выгодно.

Библиографический список

1. 1. Алтухов, А.И. Экономика зернового хозяйства России. – М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2010. – С.793-799.

2. Алтухов, А. И. Зерно России. – М.: ЭКОНДС-К, 2002. – 432 с.

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статической обработки результатов исследований, издание перераб. и доп. – М. : Колос, 1976. – 416 с.

4. Елагин, И. Н. Агротехника проса. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 158 с.

5. Кадыров, Р. М. Возделывание проса. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отрасл. регламентов // Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Навука, 2012. – С. 138-145.

6. Конькова, Н. Е. Резервы увеличения производства крупяных культур // Аграрная наука. – 2011. – № 1. – С. 9-11.

7. Лазарев, В. И. Продуктивность гречихи в условиях Черноземья // Зерновые культуры. – 2000. – № 2. – С.21-22.

8. . Никифорова, И. Ю. Просо – высокодоходная культура / И. Ю. Никифорова, М. Г. Хамитов // Слагаемые эффективного агробизнеса: обобщение и рекомендации. Ч. 1: Земледелие и растениеводство. – Казань, 2005. –– 281 с.

9. Силаева, Л. П. Устойчивость производства зерна крупяных культур / Л. П. Силаева, В. А. Кочетков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 37-38.

10. Сокурова, Л. Х. Повышение урожайности и качества зерна проса. Сб. научных трудов КБНИИСХ. – Нальчик, 2002. – 29 с.

11. Тарасенко, П. Л. Экономическая эффективность зерновых и пожнивных культур в звене севооборота / П. Л. Тарасенко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: т.1 / под ред. В. К. Пестиса. – Гродно: ГГАУ, 2006. – С. 305-308.

12. Щукин, Р. А. Хозяйственное значение и современное состояние производства гречихи в России // Сборник научных трудов, посвящённый 85-летию Мичуринского государственного аграрного университета. Сборник научных трудов. В 4-х томах. Мичуринск, 2016. Т. 1. – С. 56-60.

Bibliographic list

1. Altukhov, A. I. Economics of the grain economy in Russia. M.: Research and Production Center «Voskhod-A» LLC, 2010. – Pp. 793-799.

2. Altukhov, A. I. Grain of Russia. – M. : EKONDS-K, 2002. – 432 p.

3. Dospekhov, B. A. Methods of field experience with the basics of static processing of research results, revised edition. and additional – M. : Kolos, 1976. – 416 p.

4. Elagin, I. N. Agrotechnique of millet. – M.: Rosselkhozizdat, 1981. – 158 p.

5. Kadyrov, R. M. Cultivation of millet. Organizational and technological standards for the cultivation of grain, leguminous, cereal crops: Sat. industry regulations // Nat. acad. Sciences of Belarus, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture; under the general editorship of V. G. Gusakov, F. I. Privalov. – Minsk, Navuka, 2012. – Pp. 138-145.

6. Konkova, N. E. Reserves for increasing the production of cereals // Agrarian science. – 2011. – No. 1. – Pp. 9-11.

7. Lazarev, V. I. Productivity of buckwheat in the conditions of the Chernozem region // Grain crops. – 2000. – No. 2. – Pp. 21-22.

8. Nikiforova, I. Yu. Millet is a highly profitable crop / I. Yu. Nikiforova, M. G. Khamitov // Components of effective agribusiness: generalization and recommendations. Part 1: Agriculture and crop production. – Kazan, 2005. – 281 p.

9. Silaeva, L. P. Sustainability of grain production of cereal crops / L. P. Silaeva, V. A. Kochetkov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2016. – No. 3. – Pp. 37-38.

10. Sokurova, L. Kh. Increasing the yield and quality of millet grain. Sat. scientific works of Kabardino-Balkarian Research Institute of Agriculture. – Nalchik, 2002. – 29 p.

11. Tarasenko, P. L. Economic efficiency of grain and stubble crops in the link of crop rotation / P. L. Tarasenko // Agriculture – problems and prospects: Sat. scientific tr.: v.1 / ed. V. K. Pestis. – Grodno: GSAU, 2006. – Pp. 305-308.

12. Shchukin, R. A. Economic significance and current state of buckwheat production in Russia // Collection of scientific papers dedicated to the 85th anniversary of Michurinsk State Agrarian University. Collection of scientific papers. In 4 volumes. – Volum 1. – Michurinsk, 2016. – Pp. 56-60.

УДК 574.472 : 574. 474 : 631.67 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-3

БИОРАЗНООБРАЗИЕ СООБЩЕСТВ НАСЕКОМЫХ В ОРОШАЕМЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

BIODIVERSITY OF INSECT COMMUNITIES IN IRRIGATED AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE SOUTH-EAST OF EUROPEAN RUSSIA

Е. В. Комаров, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, evkomarov@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-8642-79236,
О. П. Комарова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела орошаемого земледелия и агроэкологии, komarova62@rambler.ru,
ORCID: 0000-0001-9129-6932

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Российская Федерация

E. V. Komarov, Candidate of Biology Sciences, senior researcher of the department of irrigated agriculture and agroecology, evkomarov@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-8642-79236,
O. P. Komarova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of irrigated agriculture and agroecology, komarova62@rambler.ru,
ORCID: 0000-0001-9129-6932

All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием на 2022-2024 гг. ФГБНУ ВНИИОЗ по теме FNFR-2022-0003 «Дать оценку экологическому состоянию агроландшафтов при их длительном регулярном орошении в условиях усиления антропогенных и климатических стрессовых воздействий на основе данных эколого-мелиоративного мониторинга с использованием технологий цифрового анализа».

В статье приведены результаты многолетних исследований авторов, касающиеся устойчивости энтомоценозов в орошаемых и неорошаемых агроценозах и прилегающих стациях агроландшафтов Нижнего Поволжья. Рассмотрено влияние орошения на изменение микроклиматических условий в посевах, при этом в орошаемых условиях температура воздуха на 7-8 ºС ниже в сравнении с неорошаемыми агроценозами; также на орошении на 30 % выше относительная влажность воздуха. Показано, что оптимизация микроклиматических показателей в орошаемых агроценозах – снижение экстремумов температуры и повышение влажности воздуха – повышает биоценотическое разнообразие за счёт увеличения стаций, благоприятных для развития различных экологических групп насекомых (ксерофилов, мезофилов и гигрофилов). Представлены данные по видовому составу энтомокомплексов в агроценозах основных групп сельскохозяйственных культур, выращиваемых при орошении и без орошения, количественный состав энтомоценозов приведён также и по сопутствующим стациям агроландшафта с орошением. Представлены результаты исследований о положительном влиянии орошения на биологическое разнообразие энтомокомплексов

The article presents the results of long-term research of the authors concerning the stability of entomocenoses in irrigated and non-irrigated agrocenoses and adjacent stations of agricultural landscapes of the Lower Volga region. The influence of irrigation on changes in microclimatic conditions in crops is considered, while in irrigated conditions the air temperature is 7-8 ° C lower in comparison with non-irrigated agrocenoses; also, relative humidity is 30 % higher in irrigation. It is shown that the optimization of microclimatic indicators in irrigated agrocenoses – a decrease in temperature extremes and an increase in air humidity – increases the biocenotic diversity by increasing the stations favorable for the development of various ecological groups of insects (xerophiles, mesophiles and hygrophiles). Data on the species composition of entomocomplexes in the agrocenoses of the main groups of crops grown with and without irrigation are presented, the quantitative composition of entomocenoses is also given for the accompanying stations of the agricultural landscape with irrigation. The results of studies on the positive effect of irrigation on the biological diversity of entomocomplexes of agrocenoses and associated stations are presented. According to research data, the composition of the insect fauna of reclaimed agricultural landscapes of the

агроценозов и сопутствующих стаций. По данным исследований состав фауны насекомых мелиорированных агроландшафтов Нижнего Поволжья насчитывает 1723 вида, в том числе 1435 видов указаны для орошаемых агроценозов, тогда как в агроценозах без орошения число выявленных видов в 1,7 раза ниже и составляет только 982. В статье рассматривается значительное изменение трофической структуры энтомокомплексов. Установлено, что на орошении относительная численность хищных и паразитических видов насекомых более чем в 7 раз выше, чем в агроценозах без орошения.

Lower Volga region has 1723 species, including 1435 species indicated for irrigated agrocenoses, whereas in agrocenoses without irrigation, the number of identified species is 1.7 times lower and is only 982. The article considers a significant change in the trophic structure of entomocomplexes. It was found that the relative abundance of predatory and parasitic insect species in irrigation is more than 7 times higher than in agrocenoses without irrigation.

Ключевые слова: энтомофауна, биологическое разнообразие, видовой состав, орошение, агроценозы.

Key words: biodiversity, entomocomplexes, species composition, irrigation, agrolandschaft

Введение. Формирование устойчивых сообществ в агроландшафтах – одна из наиболее важных проблем, обсуждаемых в современной научной литературе [2, 3]. Наиболее важна устойчивость агроландшафтов на юго-востоке России в связи со значительной аридностью климата, определяющейся экстремальными летними температурами воздуха в дневное время (до 42 ºС), высокими амплитудами среднесуточных температур, достигающими 20 ºС, низким гидротермическим коэффициентом (0,3-0,6). Кроме того, на этой территории отмечается высокая комплексность почвенного покрова. Соответственно энтомокомплексы агроценозов и сопутствующих стаций агроландшафта находятся под прессингом сложных почвенно-климатических условий, при этом значительна разбалансированность сообществ и велика возможность вспышек вредных насекомых [10, 15].

В настоящее время актуально дальнейшее развитие современного направления защиты растений – экологической защиты растений [5]. В качестве основной цели и задачи учёными рассматривается формирование механизмов устойчивости агроэкосистемы за счёт повышения биологического разнообразия входящих в неё компонентов. При этом необходимо исключить или, по крайней мере, минимизировать действия, способствующие снижению стабильности энтомологических комплексов. Таким образом, экологическая защита растений основана на механизмах, обеспечивающих поддержание устойчивости энтомокомплексов за счёт стабилизации и увеличения их биологического разнообразия с повышенным количеством входящих в них видов.

Изучение видового состава и структуры энтомофауны орошаемых агроландшафтов показывает, что в условиях орошения формируются поливидовые комплексы биоты, обладающие высоким видовым разнообразием.

Экологизированная защита растений предполагает значительную роль деятельности энтомофагов в сохранении и поддержании собственной устойчивости агроэкосистемы и подавлении начинающейся вспышки массового размножения вредителей в самом его начале. При этом предусматривается не уничтожение вредных компонентов агроэкосистем, а управление этими системами путём перехода от популяционного уровня к биоценотическому. В рамках такого подхода важную роль имеет положение о том, что устойчивая (природная) экосистема способна к саморегуляции и все её компоненты сбалансированы. Однако, по мнению ряда авторов [13, 15 и др.], экосистема может быть устойчивой только при достаточно большом количестве входящих в неё видов и отсутствии резко выраженного преобладания какого-либо из них, т. е. устойчивая экосистема отличается значительным биологическим разнообразием.

Материалы и методы. Изучение видового состава и структуры энтомокомплексов в агроценозах полевых культур проводили в 1987-2022 гг. в орошаемых и неорошаемых условиях на землях ФГБНУ ВНИИОЗ (окр. посёлка Водный, г. Волгоград). Энтомофауну изучали с использованием общепринятых энтомологических методов: для оценки видового состава насекомых фитояруса использовали кошение энтомологическим сачком, насекомых-герпетобионтов учитывали почвенными ловушками, в качестве которых использовали пластиковые стаканы объёмом 0,5 л, заполненные 3 %-ным раствором уксусной кислоты [1, 14]. Учёты проводили в течение вегетационного периода еженедельно.

Результаты и обсуждение. Рассматривая стабильность биоценозов и их устойчивость, следует отметить, что, по мнению А. Ф. Зубкова [5], А. М. Шпанева [12] и др., ведущим показателем устойчивости агроландшафта является биоценотическое, и, как следствие, видовое разнообразие биоты [4, 9]. Однако до настоящего времени отсутствуют количественные критерии стабильности агроэкосистем. В связи с этим для оценки биологического разнообразия энтомокомплексов орошаемых агроландшафтов нами была проведена их сравнительная оценка с комплексами насекомых в агроландшафтах без орошения по таким характеристикам как: видовой состав, обилие видов и изменения их численности.

В сложных почвенно-климатических условиях юго-востока европейской части России ведущим фактором стабилизации и устойчивого функционирования агроландшафтов является орошение. Поливы сельскохозяйственных культур позволяют добиться их высоких и устойчивых урожаев. Вместе с этим применение орошения обусловливает и изменение микроклиматических показателей в посевах, что повышает биоценотическое разнообразие за счёт увеличения стаций, благоприятных для развития живых организмов, в частности, насекомых. Поливы, как показывают наши предыдущие исследования, ведут к достаточно значительному изменению микроклиматических параметров (температура и влажность приземного слоя

воздуха). В течение вегетационного сезона температура внутри орошаемых посевов и непосредственно над ними на высоте до 1 метра на 7-8 ºС ниже в сравнении с неорошаемыми агроценозами. Соответственно до 30 % возрастает и относительная влажность воздуха.

Оптимизация микроклиматических показателей в орошаемых агроценозах – снижение экстремумов температуры и повышение влажности воздуха – ведёт к созданию благоприятных условий для увеличения видового разнообразия экологических групп насекомых (ксерофилов, мезофилов и гигрофилов). Немаловажным для увеличения биоразнообразия является также и расширение числа и разнообразия микростаций, к которым относятся открытые оросительные каналы, водосбросы, пруды-накопители и др. Однако следует отметить, что при современном росте площадей поливных земель при использовании закрытых оросительных сетей этот фактор становится менее значимым. Согласно данным, представленным в научной литературе, такое усложнение структуры агроландшафта повышает его устойчивость, способность противостоять различным внешним воздействиям [11]. Появление новых стаций повышает общее разнообразие условий среды обитания насекомых и обеспечивает условия для жизнедеятельности различных экологических групп. Изменение микроклимата в сторону повышения мезофитности увеличивает количество экологических ниш для энтомофагов и паразитов, подавляющее большинство которых предпочитают мезофитные и гигрофитные биотопы. Эти факторы обусловливают высокое разнообразие энтомологических сообществ орошаемых агроландшафтов.

В результате многолетних исследований (1975-2022 годы) определён видовой состав насекомых в орошаемых агроландшафтах низовий Волги (в границах Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия). Состав энтомофауны насчитывает 1725 видов, из которых 1435 видов указаны нами для агроценозов в условиях орошения, 982 вида – для неорошаемых агроценозов и 1585 видов – для сопутствуюших элементов агроландшафта (лесополоса, плакор, склон и дно балки). Рассматривая видовой состав энтомокомлпексов агроценозов, отметим, что в орошаемых посевах кукурузы зарегистрирован 771 вид, тогда как без орошения – 514 видов, на посадках картофеля насчитывается соответственно 809 и 743 вида, на зерновых колосовых – 870 и 732. Максимальное число видов накапливается на многолетних бобовых и мятликовых травах. При орошении здесь зарегистрировано 1249 видов, а на посевах без орошения – 920.

Помимо разнообразия, важным фактором, влияющим на стабильность сообществ, является их структурная организация, в первую очередь разнообразие групп видов-доминантов, то есть видов, численность которых превышает 5 %-ный барьер. В научной литературе указано, что устойчивость биотического компонента существенно увеличивается с переходом от моно- к полидоминантной структуре энтомокомплексов [6, 7]. Наиболее разнообразным составом доминантных групп в регионе отличаются энтомокомплексы, формирующиеся на посевах орошаемых многокомпонентных смесей; здесь в их состав входит до 76 доминирующих видов. Без орошения число видов-доминантов значительно ниже – 45, это указывает на бóльшую неустойчивость этих сообществ. Исходя из данного критерия, наименее стабильные комплексы формируются в агроценозах пропашных культур, в частности на кукурузе, где в основное ядро энтомокомплекса в условиях орошения входит 27 видов, а на неорошаемых посевах только 14.

Основное ядро энтомокомплекса многолетних бобовых трав представляет собой полидоминантный комплекс, состоящий из 50 видов-доминантов, численность которых в сборах превышала 5 %: Aphis medicaginis Koch., Acyrthosiphon pisum Harris., Nabis ferus L., Orius niger Wolff., Polymerus cognatus Fieb., P. vulneratus Pz., Lygus pratensis L., Adelphocoris lineolatus Gz., Dolycoris baccarum L., Aeolothrips intermedius Bagn., Kakothrips robustus Uz., Thrips tabaci Lind., Poecilus puncticollis Dej., Harpalus rufipes DeGeer., Silpha obscura L., Margarinotus bipustulatus Schrank., Amphimallon solstitialis L., Agriotes gurgistanus Fald., A. medvedevi Dol., Malachius aeneus L., Adonia variegata Gz., Coccinella septempunctata L., Plagionotus floralis Pall., Apion apricans Hbst., Stenopterapion tenue Kby., Sitona callosus Gyll., S. crinitus Hbst., S. lineatus L., Phytonomus variabilis Hbst., Tychius flavus Beck., Pyrausta sticticalis L., Heliothis viriplaca Hfn., Chrysopa carnea Steph., Bathyplectes curculionis Thoms., Pimpla instigator F., Andrena figurate Latr., Melitturga clavicornis Latr., Halictus petellatus F., H. robicundus Christ., Rhophitoides canus Ev., Eucera clypeata Erichs., Habrocytus microgasteris Kurd., Bruchophagus roddi Guss., Tetrastichus bruchophagii Ash., Telenomus strelzowi Vassil., Contarinia medicaginis Kff., Dasyneura ignorata Wachtl., Jaapiella medicaginis Rubs., Syrphus ribesii L., Metasyrphus corolla F., Tachina fera L.

В комплекс доминантных видов на зерновых колосовых в регионе Нижнего Поволжья входит, по нашим данным, 42 вида: Macrosteles laevis Rib., Psammotettix striatus L., Sitobion avenae F., Schizaphis graminum Rond., Nabis ferus L., Orius niger Wolff., Eurygaster integriceps Put., Aelia acuminate L., A. rostrata Boh., Aeolothrips intermedius Bagn., Haplothrips tritici Kurd., Poecilus cupreus L.,P. puncticollis Dej., Harpalus rufipes DeGeer., H. distinguendus Duft., Anisoplia austriaca Hbst., A. segetum Hbst., Agriotes gurgistanus Fald., A. medvedevi Dol., Adonia variegata Gz., Coccinella septempunctata L., Lema melanopus L., Phyllotreta vittula Redt., Chaetocnema aridula Gyll., Agrotis segetum Schiff., Apamea anceps Schiff., A. sordens Hfn., Chrysopa carnea Steph., Cephus pygmaeus L., Lissonota nitida Grav., Rogas dimidiatus Spin., Trissolcus grandis Thoms., T. vassilievi Mayr., Mayetiola destructor Say., Oscinella frit L., O. pusilla Mg., Syrphus ribesii L., Metasyrphus corolla F., Clytiomyia helluo F., Tachina orientalis Zim., Isomera cinerascens Rond.

Энтомокомплекс многолетних бобовых и злаковых трав в определённой степени объединяет комплексы доминантных видов на многолетних бобовых травах и зерновых колосовых культурах. Полидоминантность растительного сообщества на посевах многокомпонентных смесей, куда входят в разном процентном соотношении житняк, ежа сборная, лисохвост, люцерна, клевер и др., приближает агробиоценоз смесей к биоценозам, формирующимся на зональных типах ландшафта. На многолетних бобовых и злаковых травах отмечено наибольшее число видов среди энтомокомплексов агроценозов – 1249. Значительное биоразнообразие этого сообщества отражено также и в полидоминантности основного ядра энтомокомплекса, представленного 76 видами, превысившими в наших учетах 5 %-ный барьер: Macrosteles laevis Rib., Psammotettix striatus L., Aphis crassivora Koch., Sitobion avenae F., Schizaphis graminum Rond., Acyrthosiphon pisum Harris., Nabis

ferus L., Orius niger Wolff., Polymerus cognatus Fieb., P. vulneratus Pz., Lygus pratensis L., Adelphocoris lineolatus Gz., Dolycoris baccarum L., Eurygaster integriceps Put., Aelia acuminate L., A. rostrata Boh., Aeolothrips intermedius Bagn., Kakothrips robustus Uz., Thrips tabaci Lind., Haplothrips tritici Kurd., Poecilus puncticollis Dej., Harpalus rufipes DeGeer., H. distinguendus Duft.,Silpha obscura L., Margarinotus bipustulatus Schrank., Anisoplia austriaca Hbst., A. segetum Hbst., Agriotes gurgistanus Fald., A. medvedevi Dol., Malachius aeneus L., Adonia variegata Gz., Coccinella septempunctata L., Plagionotus floralis Pall., Lema melanopus L., Phyllotreta vittula Redt., Chaetocnema aridula Gyll., Apion apricans Hbst., Stenopterapion tenue Kby., Sitona callosus Gyll., S. crinitus Hbst., S. lineatus L., Phytonomus variabilis Hbst., Tychius flavus Beck., Pyrausta sticticalis L., Agrotis segetum Schiff., Heliothis viriplaca Hfn., Apamea anceps Schiff., A. sordens Hfn., Chrysopa carnea Steph., Pachynematus clytellatus Lep., Bathyplectes curculionis Thoms., Pimpla instigator F., Lissonota nitida Grav., Rogas dimidiatus Spin., Andrena figurate Latr., Melitturga clavicornis Latr., Halictus petellatus F., H. robicundus Christ., Rhophitoides canus Ev., Eucera clypeata Erichs., Bruchophagus roddi Guss., Tetrastichus bruchophagii Ash., Trissolcus grandis Thoms., T. vassilievi Mayr., Telenomus strelzowi Vassil., Mayetiola destructor Say., Contarinia medicaginis Kff., Dasyneura ignorata Wachtl., Oscinella frit L., O. Pusilla Mg., Syrphus ribesii L., Metasyrphus corolla F., Clytiomyia helluo F., Tachina fera L., T. orientalis Zim., Isomera cinerascens Rond.

Минимальное количество видов среди агроценозов (771) отмечено на кукурузе. Также, по сравнению с посевами других полевых культур, обеднен и доминирующий комплекс, представленный 26 видами насекомых: Gryllus desertus L., Calliptamus italicus L., Oedipoda miniata Pall., O. coerulescens L., Rhopalosiphum maidis Fitch., Schizaphis graminum Rond., Rungsia maydis Pass., Nabis ferus L., Aelia acuminate L., Aeolothrips intermedius Bagn., Thrips tabaci Lind.,Calathus halensis Shall., Harpalus rufipes DeGeer., Pentodon idiota Hbst., Selatosomus latus F., Agriotes medvedevi Dol., Adonia variegate Gz., Tentyria nomas Pall., Pedinus femoralis L., Opatrum sabulosum L.,Ostrinia nubialis Hbn., Agrotis segetum Schiff., Spodoptera exiqua Hbn., Chrysopa carnea Steph., Syrphus ribesii L., Metasyrphus corolla F.

Энтомофауна других пропашных культур (соя, свекла, картофель) представлена практически одним и тем же комплексом доминирующих видов: Gryllus desertus L., Calliptamus italicus L., Aphis sp., Nabis ferus L., Polymerus cognatus Fieb., P. vulneratus Pz., Dolycoris baccarum L., Aeolothrips intermedius Bagn., Thrips tabaci Lind., Bembidion properans Steph., Poecilus puncticollis Dej., Harpalus rufipes DeGeer., H. distinguendus Duft., Pentodon idiotaHbst., Amphimallon solstitialis L., Selatosomus latus F., Agriotes gurgistanus Fald., A. medvedevi Dol., Adonia variegate Gz., Tentyria nomas Pall., Pedinus femoralis L., Opatrum sabulosum L., Pimelia subglobosa Pall., Phyllotreta vittula Redt., Ostrinia nubialis Hbn., Pyrausta sticticalis L., Agrotis segetum Schiff., Chrysopa carnea Steph., Syrphus ribesii L., Metasyrphus corolla F., Tachina vernalis R.-D.

Дополнительно в состав доминирующего комплекса картофеля включается Leptinotarsa decemlineata Say., свеклы –Pachnephorus tesselatus Duft., Chaetocnema tibialis Ill., Cassida nebulosa L., Tanymecus palliates F., Bothynoderes foveicollis Gebl., B. punctiventris Germ., Spodoptera exiqua Hbn. Соя в регионе начала возделываться несколько десятилетий назад, поэтому формирование энтомокомплексов на ней только начинается, дополнительно к основным доминантным видам на культуре отмечены Etiella zincenella Tr. и Helicoverpa armigera Hbn.

Наряду с возрастанием видового разнообразия энтомофауны, при орошении значительно меняется трофическая структура энтомокомплексов. Анализ сравнительных учётов численности насекомых в агроценозах показал, что на орошении относительная численность полезных видов насекомых превысила таковую в неорошаемых условиях более чем в 7 раз. Соотношение общей численности энтомофагов и фитофагов составляет здесь 1 : 1,9, тогда как в агроценозах без орошения – 1 : 6,1 [7, 8].

Заключение. Нашими исследованиями доказано, что в орошаемых условиях складываются более благоприятные условия для увеличения биоразнообразия энтомофауны и формирования стабильных сообществ насекомых, в том числе и за счёт оптимизации их структуры.

Положительное влияние орошения на увеличение разнообразия их растительного и животного компонентов происходит вследствие оптимизации параметров микроклимата в посевах сельскохозяйственных культур и на почве в аридных условиях юго-востока России. При этом в мелиорированных агроландшафтах создаются благоприятные условия для расширения спектра обитающих здесь беспозвоночных (от типичных ксерофилов до мезо- и гигрофилов), увеличиваются число и разнообразие микростаций (каналы, водосбросы, пруды-накопители и др.), что повышает устойчивость агроландшафта. По нашим данным состав фауны насекомых орошаемых агроландшафтов Нижнего Поволжья насчитывает 1723 вида, из них 1435 видов указаны для агроценозов и 1583 вида – для естественных биотопов. Значительно ниже видовое обилие энтомологических сообществ неорошаемых агроценозов, включающее менее тысячи видов.

Библиографический список

1. Артохин, К. С. Метод кошения энтомологическим сачком / К. С. Артохин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 11. – С. 45-48.

2. Афонина, В. М. Биоразнообразие и агроэкосистема / В. М. Афонина, В. Б. Чернышёв // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: материалы докладов V Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием 25 марта 2017 г., Махачкала / Дагестанский государственный педагогический университет. – Махачкала, 2017. – С. 166-169.

Bibliografic list

1. Artokhin, K. S. Method of mowing with an entomological net / K. S. Artokhin // Protection and quarantine of plants. – 2010. – No. 11. – Pp. 45-48.

2. Afonina, V. M. Biodiversity and agroecosystem / V. M. Afonina, V. B. Chernyshev // Biodiversity and rational use of natural resources: materials of reports of the V All-Russian correspondence scientific and practical conference with international participation on March 25, 2017, Makhachkala / Dagestan State Pedagogical University. – Makhachkala, 2017. – Pp. 166-169.

3. Features of species diversity of insects in plantations disturbed by anthropogenic impact / M. N. Belitskaya, I.

3. Особенности видового разнообразия насекомых в насаждениях нарушенных антропогенным воздействием / М. Н. Белицкая, И. Р. Грибуст, Г. А. Алферова, Н. Ю. Бакрадзе, Н. И. Прилипко // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2022. – № 1 (57). – С. 55-64. – DOI: 10.36906/2311-4444/22-1/06.

4. Важенина, Н. В. Динамика населения герпетобионтных жесткокрылых (Coleoptera) в пойме маловодного притока нижнего течения реки Иртыш / Н. В. Важенина // Амурский зоологический журнал. – 2019. – Т. 11. – № 4. – С. 314-326. – DOI: 10.33910/2686-9519-2019-11-4-314-326.

5. Зубков, А. Ф. Агробиогеоценология – методология полевой защиты растений. К 80-летию агробиоценологических исследований ВИЗР / А. Ф. Зубков // Вестник защиты растений. – 2015. – № 4 (86). – С. 59-61.

6. Комаров, Е. В. Создание сети экологических резерватов как одно из направлений повышения биоразнообразия энтомофауны / Е. В. Комаров, О. П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 151-159. – DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-16.

7. Комаров, Е. В. Управление энтомокомплексами сельскохозяйственных культур при орошении / Е. В. Комаров, О. П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2 (66). – С. 111-118. – DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-13.

8. Комарова, О. П. Пути экологизации защиты сельскохозяйственных культур в агроценозах с орошением на юго-востоке европейской России / О. П. Комарова // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 1. – С. 28-31. – DOI: 10.35809/2618-8279-2019-1-8.

9. Стрельников, В. В. Глобальные проблемы экологии и природопользования / В. В. Стрельников. – Краснодар : Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина, 2020. – 94 с.

10. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев, И. Г. Грингоф [и др.] // М.: «Колос», 2000. – 536 с.

11. Биотопы и пространственная организация сообществ членистоногих / В. Б. Чернышёв, В. М. Афонина, А. В. Суязов [и др.] // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89. – № 4. – С. 501-504.

12. Шпанев, А. М. Становление, развитие и перспективы агробиоценологических исследований / А. М. Шпанев // Защита и карантин растений. – 2019. – № 11. – С. 3-6.

13. Изучение микопатосистем многолетних агроценозов на основе биоценотического методологического подхода / Е. Г. Юрченко, Г. В. Якуба, И. Г. Мищенко [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2019. – Т. 25. – С. 169-174.

14. Mykhailenko, I. L. Method to study soil mesofauna as part consortium ecosystem / I. L. Mykhailenko, O. M. Smetana // Питання біоіндикації та екології. – 2014. – № 19-1. – С. 151-156.

15. Slivinsky, S. G. Insect biodiversity as indicators of environmental condition of territories of South Kazakhstan / S. G. Slivinsky, V. L. Kazenas, I. I. Temreshev // Acta Biologica Sibirica. – 2019. – Т. 5. – № 1. – С. 122-132.

R. Gribust, G. A. Alferova [et al.] // Bulletin Nizhnevartovsk State University. – 2022. – No. 1 (57). – Pp. 55-64. – DOI: 10.36906/2311-4444/22-1/06.

4. Vazhenina, N. V. Population dynamics of herpetobiont Coleoptera (Coleoptera) in the floodplain of a low-water tributary of the lower reaches of the Irtysh River / N. V. Vazhenina // Amur Zoological Journal. – 2019. – Vol. 11. – No. 4. – Pp. 314-326. – DOI: 10.33910/2686-9519-2019-11-4-314-326.

5. Zubkov, A. F. Agrobiogeocenology – methodology of field protection of plants. To the 80th anniversary of agrobiocenological research of the All-Russian Research Institute of Plant Protection / A. F. Zubkov // Bulletin of Plant Protection. – 2015. – No. 4 (86). – Pp. 59-61.

6. Komarov, E. V. Creation of a network of ecological reserves as one of the directions for increasing the biodiversity of the entomofauna / E. V. Komarov, O. P. Komarova // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2021. – No. 2 (62). – Pp. 151-159. – DOI: 10.32786/2071-9485-2021-02-16.

7. Komarov, E. V. Management of entomocomplexes of agricultural crops during irrigation / E. V. Komarov, O. P. Komarova // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2022. – No. 2 (66). – Pp. 111-118. – DOI: 10.32786/2071-9485-2022-02-13.

8. Komarova, O. P. Ways of greening the protection of agricultural crops in agrocenoses with irrigation in the southeast of European Russia / O. P. Komarova // Irrigated agriculture. – 2019. – No. 1. – Pp. 28-31. – DOI: 10.35809/2618-8279-2019-1-8.

9. Strelnikov, V. V. Global problems of ecology and nature management / V. V. Strelnikov // Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2020. – 94 p.

10. Agroecology / V. A. Chernikov, R. M. Aleksakhin, A. V. Golubev, I. G. Gringof [et al.] // M.: Kolos, 2000. – 536 p.

11. Biotopes and spatial organization of arthropod communities / V. B. Chernyshev, V. M. Afonina, A. V. Suyazov [et al.] // Zoological Journal. – 2010. – Vol. 89. – No. 4. – Pp. 501-504.

12. Shpanev, A. M. Formation, development and prospects of agrobiocenological research / A. M. Shpanev // Protection and quarantine of plants. – 2019. – No. 11. – Pp. 3-6.

13. The study of mycopathosystems of perennial agrocenoses based on the biocenotic methodological approach / E. G. Yurchenko, G. V. Yakuba, I. G. Mishchenko [et al.] // Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. – 2019. – Vol. 25. – Pp. 169-174.

14. Mykhailenko, I. L. Method to study soil mesofauna as part of consortium ecosystem / I. L. Mykhailenko, O. M. Smetana // Nutrition Bioindication and Ecology. – 2014. – No. 19-1. – Pp. 151-156.

15. Slivinsky, S. G. Insect biodiversity as indicators of environmental conditions of territories of South Kazakhstan / S. G. Slivinsky, V. L. Kazenas, I. I. Temreshev // Acta Biologica Sibirica. – 2019. – Vol. 5. – No. 1. – Pp. 122-132.

УДК633.321:633 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РИЗОТОРФИНА И ГУМАРИЗА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО НА ОРОШАЕМЫХПОЧВАХ

THE EFFICIENCY OF RHISOTORFIN AND HUMARIS IN CULTURING SAINFOIN ON IRRIGATED SOILS

[1]**Н. В. Тютюма,** член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор, pniiaz@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6582-2628,
[2]**С. В. Земляницына,** младший научный сотрудник лаборатории многолетних кормовых культур, svzemlyanitsyna@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-4581-5268

[1]ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук», с. Солёное Займище, Черноярский район, Астраханская область, Российская Федерация
[2] ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Российская Федерация

[1]**N. V. Tyutyuma,** Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director, pniiaz@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6582-2628,
[2]**S. V. Zemlyanitsyna,** Junior Researcher, Laboratory of Perennial Forage Crops, svzemlyanitsyna@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-4581-5268

[1]Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaimishche, Chernoyarsky district, Astrakhan region, Russian Federation
[2] All-Russian ScientificResearch Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФГБНУ ВНИИОЗ по теме FSMG-2019-0003 «Разработать научные основы управления продукционным процессом и ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие устойчивую продуктивность орошаемых земель, сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почвы»

В статье представлены результаты исследований технологии возделывания эспарцета песчаного с использованием микробиологических препаратов в условиях орошения на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Изучалось два микробиологических препарата (ризоторфин Б и гумариз) в сочетании с различными вариантами агрохимического фона: контроль (без внесения удобрений); $N_{30}P_{90}K_{70}$ + N_{100} (в подкормку); сидерат (вико-овсяная смесь) 20 т/га + P_{30}; солома ячменя 6 т/га + N_{60}; навоз КРС 60 т/га. Ризоторфин Б и гумариз являются препаратами высокоэффективных клубеньковых бактерий, выращенных на питательной среде с добавлением микроэлементов и витаминов. Варианты опыта закладывались после уравнительных посевов предшественника (кукурузы) в подпокровном посеве. Обработку семян микробиологическими препаратами проводили за 3 часа до посева с последующим подсушиванием семян. По результатам исследований установлено, что применение бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян является достаточно эффективным технологическим приёмом. Так, зимостойкость растений второго года жизни в среднем по годам опыта составила 85,4 % на контрольных вариантах, 88,7 – на вариантах с использованием ризоторфина Б и 86,7 % – на вариантах с обработкой гумаризом. В третий год жизни на контроле после перезимовки сохранилось 71,6 % растений, при обработке ризоторфином Б – 75,5, гумаризом – 73,8 %. Максимальное количество побегов на эспарцете на всех вариантах формировалось во второй год жизни, обработка микробиологическими препаратами повысила густоту стеблестоя на 16,2-27,8 %. Внесение минеральных и органических удобрений увеличило густоту стояния по сравнению с контролем на 26,6-49,7 %.

The article presents the results of research on the technology of cultivation of sandy sainfoin using microbiological preparations under irrigation conditions on light chestnut soils of the Lower Volga region. Two microbiological preparations (rhizotorfin B and gumariz) were studied in combination with various variants of the agrochemical background: control (without fertilization); $N_{30}P_{90}K_{70}$+ N_{100} (for top dressing); green manure (vetch-oat mixture) 20 t/ha + P_{30}; barley straw 6 t/ha + N_{60}; cattle manure 60 t/ha. Rizotorfin B and Gumariz are preparations of highly effective nodule bacteria grown on a nutrient medium with the addition of trace elements and vitamins. Variants of the experiment were laid after leveling crops of the predecessor (corn) in the undercover sowing. The treatment of seeds with microbiological preparations was carried out 3 hours before sowing, followed by drying the seeds. According to the results of the research, it was found that the use of bacterial preparations for pre-sowing seed treatment is a fairly effective technological method. Thus, the winter hardiness of plants of the second year of life on average for the years of experience was 85.4 % in the control variants, 88.7% in the variants with the use of rhizotorphin B and 86.7 % in the variants with Humariz treatment. In the third year of life, 71.6 % of plants remained in the control after overwintering, while treatment with rhizotorphin B – 75.5 %, humariz – 73.8 %. The maximum number of shoots on sainfoin in all variants was formed in the second year of life, treatment with microbiological preparations increased the stem density by 16.2-27.8 %. The application of mineral and organic fertilizers increased the standing density compared to the control by 26.6-49.7 %.

Ключевые слова: эспарцет, ризоторфин, гумариз, инокуляция, микробиологические препараты, зимостойкость, изреженность посевов.

Key words: sainfoin, rhizotorphin, humariz, inoculation, microbiological preparations, winter hardiness, sparseness of crops.

Введение. Многолетние бобовые травы дают наиболее качественный и дешёвый корм, а также позволяют при смешивании получать корма, отличающиеся сбалансированностью показателей аминокислот, обменной энергии и переваримого протеина. Корневые и пожнивные остатки многолетних бобовых после распашки существенно повышают содержание в почве основных минеральных элементов. Также развитая корневая система многолетних бобовых трав оказывает влияние на защиту почв от водной и ветровой эрозии в различных почвенно-климатических зонах. Отмечается значительный противоэрозионный эффект возделывания многолетних трав в монопосевах и смешанных посевах на склоновых землях, особенно при орошении [1, 4, 9,12, 13, 20].

Высока роль многолетних бобовых трав в повышении почвенного плодородия за счёт фиксации атмосферного азота и преобразования его в биологический азот. Проблема накопления биологического азота в современных условиях достаточно актуальна. В монографии А. А. Завалина [8] отмечено, что биологический азот – это единственный экологически безопасный путь снабжения растений связанным азотом, при этом исключается загрязнение почв, водоёмов и атмосферы. За счёт симбиоза с клубеньковыми бактериями в ризосфере эспарцета ежегодно накапливается 200-300 кг/га биологического азота, который расходуется на развитие растений и пополнение почвенных запасов [6].

Вопросы усиления симбиотической азотфиксации за счёт применения современных микробиологических препаратов приобрели особую актуальность и значимость для сельскохозяйственного производства. В настоящее время для активизации микробиологических процессов в ризосфере бобовых культур широко применяются штаммы клубеньковых бактерий, ассоциативный азотфиксатор ризоагрин, биопрепараты гумариз, агрика, регуляторы роста гумат калия и другие физиологически активные вещества [14].

В научной литературе наиболее подробно изучено применение биологических препаратов на клевере. Так, И. Т. Хубаев [19] указывает, что при инокуляции семян клевера лугового ризоторфином урожайность зелёной массы увеличилась на 0,28 т/га за счёт сокращения поражённости растений клевера болезнями. По данным А. Т. Фарниева и др. [18], применение ризоторфина на клевере приводило к усилению роста растений, увеличивались количество междоузлий, облиственность и площадь листовой поверхности, что в результате привело к росту урожайности зелёной массы с 8,8 до 23,3 т/га. Таким образом, изучение применения биопрепаратов на эспарцете представляет научный и практический интерес.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых двухфакторных опытах. По фактору А изучались пять вариантов применения минеральных и органических удобрений: контроль (без внесения удобрений); $N_{30}P_{90}K_{70}$ + N_{100} (в подкормку); сидерат (вико-овсяная смесь) 20 т/га + P_{30}; солома ячменя 6 т/га + N_{60}; навоз КРС 60 т/га. Фактор В включал три варианта предпосевной обработки семян: контроль (без обработки); предпосевная обработка семян ризоторфином Б; предпосевная обработка семян гумаризом.

Экспериментальные полевые исследования проводили на светло-каштановых почвах в контурах Манычско-Донской провинции Волго-Донского междуречья. Повторность заложенных опытов 3-х кратная с последовательным размещением делянок. Площадь делянки по фактору А (агрохимический фон) – 36 м^2 (18х2), по фактору В (обработка семян микробиологическими препаратами) – 12 м^2 (6х2).

Варианты опыта закладывались после уравнительных посевов предшественника (кукурузы) в подпокровном посеве. В опытах использовали эспарцет песчаный (сорт Песчаный 1251), овёс Льговский. При расчёте нормы высева эспарцета использовались методические указания ВИК [16]. Норма высева эспарцета при рядовом посеве 4,6 млн. всхожих семян. Норма высева покровной культуры – овса, уменьшенная на 50 %, составила 1,75 млн./га всхожих семян.

Обработку семян биопрепаратами (ризоторфин-Б и гумариз) проводили за 3 часа до посева с последующим подсушиванием семян. Норма расхода жидкой формы препаратов ризоторфина Б (инокулянт для бобовых культур на основе Rhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium, Sinorhizobium) и гумариза (инокулянт для бобовых культур с добавлением гуматов и микроэлементов) составила 0,4 л на гектарную норму семян, расход рабочей жидкости – 10 л/т. Агротехника в опытах общепринятая для условий орошаемого земледелия Нижнего Поволжья. Согласно схеме опыта, внесение основных удобрений осуществлялось в осенний период с последующим дискованием, повышающим качество заделки удобрений. Вспашка осуществлялась на глубину 0,25-0,27 м. Весной проводили боронование в 2 следа, 2 культивации на глубину 0,08-0,10 м и 0,05-0,06 м. Посев эспарцета под покров овса проводили в начале мая. Уход за посевами складывался из азотных подкормок эспарцета, вегетационных поливов и своевременной уборки покровной культуры. Заданный режим орошения осуществляли поливами дождевальной машиной Rainstar E41 австрийской компании Bauer. Предполивную влажность почвы поддерживали на уровне 70-75 % НВ, расчётная поливная норма составляла от 200-300 м^3/га в период нахождения эспарцета под покровом и до 500 м^3/га на втором-третьем годах жизни.

На эспарцете первого года жизни в 2015 году было проведено 7 вегетационных поливов, оросительная норма составила 2800 м^3/га. В 2016 году было осуществлено 6 поливов при оросительной норме 2600 м^3/га. В 2017 году было проведено по 7 поливов при оросительной норме 2800 м^3/га. На посевах эспарцета второго-третьего годов жизни в 2016 и 2018 гг. было проведено 6 поливов при оросительной норме 3000 м^3/га. В 2017 и 2019 гг. – 7 поливов нормой 3500 м^3/га.

В первый год жизни эспарцет и покровную культуру убирали в фазу стеблевания-бутонизации. В дальнейшем укосы проводили в фазу бутонизации-начала цветения эспарцета.

Результаты и обсуждение. Полнота всходов у многолетних бобовых трав является важным фактором формирования начальных показателей густоты стояния и следующего из них продуктивного долголетия агрофитоценоза. Многолетние бобовые травы, в отличие от других культур, отличаются достаточно низкими

показателями всхожести семян и полноты всходов [2, 3, 5, 7, 15, 17, 21].

Оптимальные условия для прорастания семян и формирования достаточной густоты травостоя создаются при весеннем подпокровном посеве при температуре воздуха 10-15 ^{0}С. В наших опытах посев в 2015 году проводили 12 мая, в 2016 году – 6 мая, в 2017 году – 10 мая. Полные всходы во все годы исследований были получены через 7-10 дней после посева.

Анализ полноты всходов эспарцета в наших полевых опытах продемонстрировал положительное влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами на данный показатель. В варианте опыта без обработки семян усреднённая по годам полнота всходов составила 58,3 %, а при проведении предпосевной обработки ризоторфином Б и гумаризом составила 62,2 и 61,0 % соответственно. На вариантах с навозом и минеральными удобрениями зафиксированы 65,3 и 66,0 % полноты всходов, на вариантах с ризоторфином – 68,0 и 68,3 %, гумаризом – 67,4 и 68,0 % в среднем по годам исследований соответственно.

Следует отметить, что в среднем за три года полнота всходов составила 63,7-66,2 % на ризоторфине и 63,0-65,7 % на гумаризе против 61,5-64,1 % на контроле.

В исследованиях определена динамика густоты стеблестоя эспарцета в первый год жизни культуры (рисунок 1). Применение микробиологических препаратов оказало значительное влияние на густоту стеблестоя эспарцета в течение первого года жизни. Так, на всех вариантах, в том числе и на контрольных, после уборки покровной культуры наблюдалось возрастание числа стеблей эспарцета с 159-242 до 179-256 шт./м^2 при инокуляции семян ризоторфином Б и до 171-250 шт./м^2 при применении гумариза. Значительный эффект по густоте стояния стеблестоя после уборки овса по агрохимическим фонам проявился при использовании минеральных удобрений: до 234-245 шт/м^2 стеблей при 159-179 шт./м^2 на контроле. На варианте с применением навоза этот показатель оказался максимальным и составил 242-256 шт./м^2. Аналогичные данные по влиянию применения биопрепаратов и применению органических и минеральных удобрений получены также после первого укоса эспарцета.

От фазы полных всходов до уборки покровной культуры сохранность варьировала от 54,3 до 73,1 % на контрольных вариантах, от 56,1 до 74,2 % при обработке семян гумаризом, и от 57,0до75,3 % при обработке семян ризоторфином Б. Анализируя влияние агрохимических фонов, установлено, что в среднем за годы исследований самая высокая сохранность растений за первый год была отмечена на вариантах с внесением минеральных удобрений (70,6-71,6 %) и навоза (73,1-75,3 %), при сохранности на контрольном варианте от 54,2 до 57,0 %.

Условия первого года жизни многолетних бобовых во многом формируют факторы продуктивности всего периода их использования. Основной проблемой развития эспарцета в этот период является ухудшение водного, пищевого и светового режимов из-за конкуренции с покровной культурой, поэтому наибольший выпад растений эспарцета характерен именно для первого года жизни культуры. Ослабить негативное влияние покровных культур возможно за счёт более ранней уборки покровной культуры или снижения её густоты стояния [11]. По данным исследований [10], высевать покровную культуру необходимо нормой, сниженной на 30-40 % от полной и убирать на зелёный корм в фазу выбрасывания метёлки.

Для перезимовки растений зимние месяцы 2015-2016 гг. были достаточно благоприятными. Морозы первой и третьей декады января не повредили посевы, благодаря достаточному снежному покрову. Только в декабре количество выпавших осадков оказалось ниже нормы на 22 %, а в остальные месяцы зимнего периода количество осадков превышало среднемноголетние значения в 1,3-2,7 раза. Поздняя осень и ранняя весна по температурным характеристикам была выше среднемноголетних значений.

Зимой 2016-2017 гг. сложились относительно подходящие условия для перезимовки эспарцета. Поздняя осень и начало зимы характеризовались морозами, ночные суточные минимумы температуры доходили до -23,5 ^{0}С. Это сказалось и на среднемесячных температурах, за октябрь отклонявшихся от среднемноголетних значений на -0,4 ^{0}С, а за ноябрь – на -1,6 ^{0}С. В начале 2017 года, вплоть до весны, фиксировалось превышение среднесуточных температур воздуха над среднемноголетними в диапазоне 3,3-6,8 ^{0}С. В зимние месяцы наблюдались повышенные осадки, превышающие среднемноголетнюю норму на 30-67 %, однако посевы эспарцета не подверглись вымерзанию.

Зимы 2017-2018 и 2018-2019 гг. не отличались существенными отклонениями от среднемноголетних показателей среднесуточных температур и осадков. Условия зимовки для растений эспарцета были благоприятными. Растения эспарцета проявили высокую зимостойкость в ходе нашего опыта (рисунок 2). После перезимовки сохранность растений второго года жизни в среднем по годам опыта составила 85,4 % на контроле, 88,7 и 86,7 % – на вариантах с предпосевной обработкой ризоторфином Б и гумаризом соответственно. Для третьего года жизни тот же показатель составил 71,7, 75,5 и 74,0 %. Обработка ризоторфином Б, таким образом, продемонстрировала несколько большую эффективность.

Факторы опыта, связанные с агрохимическими фонами, продемонстрировали более дифференцированные показатели зимостойкости. Так, на контроле зимостойкость составила 77,4 % для растений второго года жизни и 69,4 % – для третьего. Сидерация показала себя наилучшим средством повышения зимостойкости, обеспечив 90,6 % выживания растений второго года жизни после первой перезимовки и

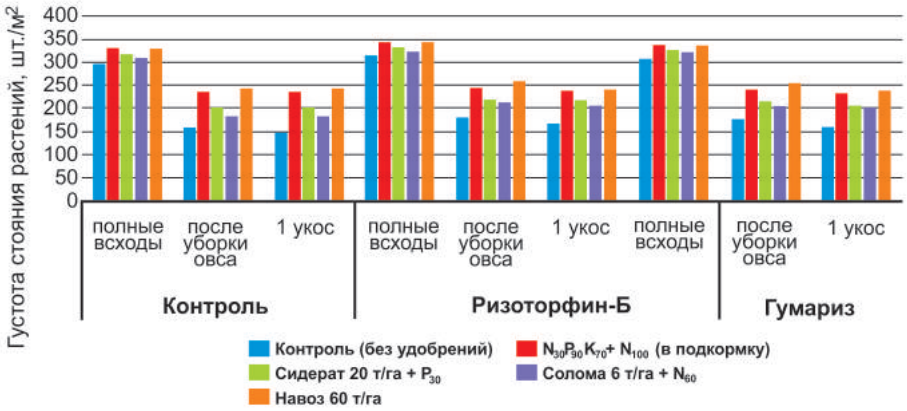


Рисунок 1 – **Динамика густоты стояния стеблей эспарцета первого года жизни, среднее за 2015-2017 гг.**

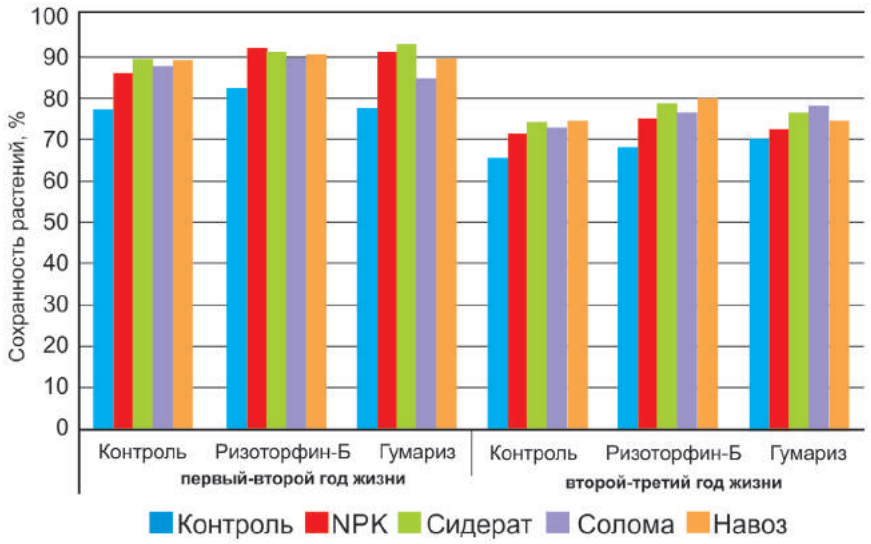


Рисунок 2 – **Зимостойкость растений эспарцета песчаного по годам жизни, среднее за 2015-2019 гг., %**

75,7 % – после второй. Агрохимический фон минеральных удобрений обеспечил незначительно меньшие показатели: 89,2 и 73,9 % соответственно. Внесение навоза обеспечило 89,0 и 75,6 % зимостойкости, а вариант с внесением соломы – 87,2 % для второго года жизни и 75,7 % – для третьего.

В среднем же по всем вариантам опыта после первой перезимовки сохранялись 86,9 % растений второго года жизни, а после второй перезимовки – 73,7 %, среднее изреживание растений от второго года жизни к третьему возрастает на 15 %.

В нашем опыте отмечены различия в побегообразовании, как в зависимости от факторов предпосевной обработки семян, так и в зависимости от факторов агрохимического фона. Так, максимум побегообразования для всех вариантов опыта был отмечен на втором году жизни растений, при этом количество побегов достигало 310 шт/м² при инокуляции и 270 шт. шт/м² в вариантах без нее. Густота стояния стеблей в вариантах внесения удобрений по сравнению с контролем увеличивалась на 26,6-49,7 %.

При этом максимальная плотность стеблестоя была сформирована перед вторым укосом растений второго года жизни – 202-313 шт/м² без предпосевной обработки, 245-341 при обработке ризоторфином Б и 232-330 при обработке гумаризом. На фоне различных агрохимических вариантов плотность травостоя увеличивалась на 30-50 %.

Заключение. Применение бактериальных препаратов для предпосевной обработки семян показало себя достаточно эффективным приёмом увеличения зимостойкости растений эспарцета песчаного. Так, зимостойкость растений второго года жизни в среднем по годам опыта составила 85,4 % на контрольных вариантах, 88,7 – на вариантах с использованием ризоторфина Б и 86,7 % – на вариантах с обработкой гумаризом. В третий год жизни на контроле после перезимовки сохранилось 71,6 % растений, при обработке ризоторфином Б – 75,5, гумаризом – 73,8 %. Максимальное количество побегов на эспарцете на всех вариантах формировалось во второй год жизни, обработка микробиологическими препаратами повысила густоту стеблестоя на 16,2-27,8 %. Внесение минеральных и органических удобрений увеличило густоту стояния по сравнению с контролем на 26,6-49,7 %.

Библиографический список

1. Волошин, В. А. Эспарцет песчаный и его агроэкологическая роль в земледелии / В. А. Волошин, Г. П. Майсак, Л. С. Терентьева // Кормопроизводство. – 2021. – № 5. – С. 21-25.

2. Суммарное водопотребление эспарцета при различных режимах орошения / Е. Ю. Гузенко, В. Ю. Мисюряев, И. С. Мартынов, М. Н. Шапров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 1 (65). – С. 399-408.

3. Дронова, Т. Н. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 63-72.

4. Кормовая и средообразующая роль многолетних бобовых трав в орошаемом земледелии Нижнего Поволжья / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева, О. В. Головатюк // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 36-39.

5. Продуктивность многолетних бобовых трав на орошении / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Е. И. Молоканцева [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2 (66). – С. 22-30.

6. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, О. И. Двойникова [и др.] // Известия Нижневолжско-

Bibiiographic list

1. Voloshin, V.A. Sandy sainfoin and its agroecological role in agriculture / V. A. Voloshin, G. P. Maysak, L. S. Terentyeva // Feed production. – 2021. – No. 5. – Pp. 21-25.

2. Total water consumption of sainfoin under different irrigation regimes / E. Yu. Guzenko, V. Yu. Misyuryaev, I. S. Martynov, M. N. Shaprov // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2022. – No. 1 (65). – Pp. 399-408.

3. Dronova, T. N. To the question of the role of perennial grasses in the preservation of soil fertility / T. N. Dronova, N. I. Burtseva // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: sciences and higher professional education. – 2016. – No. 2 (42). – Pp. 63-72.

4. Forage and environment-forming role of perennial legumes in irrigated agriculture in the Lower Volga region / T. N. Dronova, N. I. Burtseva, E. I. Molokantseva, O. V. Golovatyuk // Bulletin of the Russian Agricultural Science. – 2016. – No. 6. – Pp. 36-39.

5. Productivity of perennial leguminous grasses under irrigation / T. N. Dronova, N. I. Burtseva, E. I. Molokantseva [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2022. – No. 2 (66). – Pp. 22-30.

6. The effectiveness of the use of biological products in the cultivation of perennial legumes / T. N. Dronova, N. I. Burtseva, O. I. Dvoynikova [et al.] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. – 2021. – No. 2 (62). – Pp. 41-50.

го агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2 (62). – С. 41-50.

7. Епифанова, И. В. Приёмы возделывания многолетних бобовых трав на семена и кормовые цели в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.05 / Епифанова Ирина Васильевна / Пенз. гос. с.-х. акад. – Пенза, 2004. – 18 с.

8. Завалин, А. А. Биологический и минеральный азот в земледелии России / А. А. Завалин. – М. : ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 2022. – 256 с.

9. Земляницына, С. В. Эспарцет – важная культура в системе устойчивого сельского хозяйства / С. В. Земляницына // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 2. – С. 45-48. – DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-1.

10. Кетерер, А. Я. Подбор покровных культур и норм высева для эспарцета песчаного в степной зоне Оренбургской области: автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. Я. Кетерер // Оренбургский гос. аграр. ун-т. – Оренбург, 2001. – 24 с.

11. Колобанов, Н. С. Влияние способов посева на продуктивность многолетних бобовых трав на южных чернозёмах Волгоградской области: автореф. дис…канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Колобанов Николай Сергеевич. – Волгоград, 2007. – 24 с.

12. Кураченко, Н. Л. Запасы гумусовых веществ в агрочернозёме при возделывании эспарцета песчаного / Н. Л. Кураченко, В. Л. Бопп // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (46). – С. 31-37.

13. Кураченко, Н. Л. Режим нитратного азота в чернозёме при возделывании многолетних трав / Н. Л. Кураченко, В. Л. Бопп // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 9. – С. 29-33.

14. Применение биопрепаратов, регуляторов роста и комплексных удобрений в технологии возделывания кормовых и лекарственных культур / А. Н. Кшникаткина, А. А. Галиуллин, С. А. Кшникаткин [и др.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20. – № 5-2 (85). – С. 234-240.

15. Лебедева, Н. С. Урожайность зелёной массы перспективных сортов эспарцета в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Н. С. Лебедева, В. В. Кравцов // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 4 (12). – С. 14-18.

16. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВИК, 1997. – 156 с.

17. Мушинский, А. А. Оценка продуктивности кормовых культур в степной зоне Урала / А. А. Мушинский, Н. И. Мушинская // Вестник мясного скотоводства. – 2014. – № 4 (87). – С. 110-115.

18. Фарниев, А. Т. Влияние ризоторфина на продуктивность и качество клевера лугового / А. Т. Фарниев, А. А. Сабанова, Д. Т. Калицева // Нива Поволжья. – 2020. – № 2 (55). – С. 65-70.

19. Влияние удобрений на болезнеустойчивость и продуктивность клевера лугового / И. Т. Хубаев // Молодые учёные в решении актуальных проблем науки: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Владикавказ, 12-14 декабря 2019 года. – Владикавказ: Веста, 2019. – С. 222-225.

20. Черкасов, Г. Н. Многолетние травы – важнейший ресурс повышения плодородия почвы и продуктивности земель / Г. Н. Черкасов // Кормопроизводство. – 2017. – № 1. – С. 18-20.

21. Чурзин, В. Н. Роль многолетних трав в повышении плодородия светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / В. Н. Чурзин, Г. С. Егорова // Аграрная наука. – 2004. – № 6. – С. 8.

7. Epifanova, I. V. Techniques for the cultivation of perennial legumes for seeds and fodder purposes in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region: Abstract of the thesis. dis...cand. of Agric. Sciences: 06.01.09, 06.01.05 / Epifanova Irina Vasilievna / Penz. State Agric. Acad. – Penza, 2004. – 18 p.

8. Zavalin, A. A. Biological and mineral nitrogen in Russian agriculture / A. A. Zavalin // Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov, 2022. – 256 p.

9. Zemlyanitsyna, S. V. Sainfoin is an important crop in the system of sustainable agriculture / S. V. Zemlyanitsyna // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 2. – Pp. 45-48. – DOI: 10.35809/2618-8279-2021-2-1.

10. Keterer, A. Ya. Selection of cover crops and seeding rates for sandy sainfoin in the steppe zone of the Orenburg region: author.dis...cand. of Agric. Sciences: 06.01.09 / A. Ya. Keterer // Orenburg state.agrarianun-t. – Orenburg, 2001. – 24 p.

11. Kolobanov, N. S. Influence of sowing methods on the productivity of perennial leguminous grasses on the southern chernozems of the Volgograd region: Abstract of the thesis. dis...cand. of Agric. Sciences: 06.01.09 / N. S. Kolobanov // Volgograd, 2007. – 24 p.

12. Kurachenko, N. L. Stocks of humus substances in agrochernozem during the cultivation of sandy sainfoin / N. L. Kurachenko, V. L. Bopp // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. – 2022. – No. 2 (46). – Pp. 31-37.

13. Kurachenko, N. L. The regime of nitrate nitrogenin the chernozem during the cultivation of perennial grasses / N. L. Kurachenko, V. L. Bopp // Agrarian scientific journal. – 2022. – No. 9. – Pp. 29-33.

14. Application of biological products, growth regulators and complex fertilizers in the technology of cultivation of fodder and medicinal crops / A. N. Kshnikatkina, A. A. Galiullin, S. A. Kshnikatkin, [et al.] // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2018. – Vol. 20. – No. 5-2 (85). – Pp. 234-240.

15. Lebedeva, N. S. Productivity of green mass of promising varieties of sainfoin in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory / N. S. Lebedeva, V. V. Kravtsov // Agricultural Journal. – 2019. – No. 4 (12). – Pp. 14-18.

16. Guidelines for conducting field experiments with fodder crops. – M.: VIK, 1997. – 156 p.

17. Mushinsky, A. A. Evaluation of the productivity of fodder crops in the steppe zone of the Urals / A. A. Mushinsky, N. I. Mushinskaya // Bulletin of meat cattle breeding. – 2014. – No. 4 (87). – Pp. 110-115.

18. Farniev, A. T. Influence of rhizotorphin on the productivity and quality of red clover / A. T. Farniev, A. A. Sabanova, D. T. Kalitseva // Niva of the Volga region. – 2020. – No. 2 (55). – Pp. 65-70.

19. Influence of fertilizers on disease resistance and productivity of red clover / I. T. Khubaev // Young scientists in solving urgent problems of science: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference, Vladikavkaz, December 12-14, 2019. – Vladikavkaz: Vesta, 2019. – Pp. 222-225.

20. Cherkasov, G. N. Perennial grasses are the most important resource for increasing soil fertility and land productivity / G. N.Cherkasov // Feed production. – 2017. – No. 1. – Pp.18-20.

21. Churzin, V. N. The role of perennialgrasses in increasing the fertility of light chestnut soils in the Lower Volga region / V. N. Churzin, G. S. Egorova // Agrarian science. – 2004. – No. 6. – P. 8.

УДК 631.3.076 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-2

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШАГАЮЩИХ МАШИН С ВОДОНАСЫЩЕННЫМИ ПОЧВОГРУНТАМИ

FEATURES OF INTERACTION OF SUPPORT ELEMENTS OF WALKING MACHINES WITH WATER-SATURATED SOILS

В. В. Чернышёв[1,2], доктор технических наук, профессор, dtm@vstu.ru, ORCID: 0000-0002-8687-80464,
В. В. Арыканцев[1,3], инженер-конструктор, arvstu@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9189-0090,
Я. В. Калинин[2,3], кандидат технических наук, руководитель группы, jkv83@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6068-0886,
Н. Г. Шаронов[1], кандидат технических наук, доцент, sharonov@vstu.ru, ORCID: 0000-0002-9894-707X

[1]ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, Российская Федерация
[2]ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н. Л. Духова», г. Москва, Российская Федерация
[3]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, Российская Федерация

V. V. Chernyshev[1,2], Doctor of Technical Sciences, Professor, dtm@vstu.ru, ORCID: 0000-0002-8687-80464,
V. V. Arykantsev[1,3], Design Engineer, arvstu@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9189-0090,
Ya. V. Kalinin[2,3], PhD, Team Leader, jkv83@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6068-0886,
N. G. Sharonov[1], Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, sharonov@vstu.ru, ORCID: 0000-0002-9894-707X

[1]Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation
[2]All-Russian Research Institute of Automation named after N. L. Dukhov, Moscow, Russian Federation
[3]All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда и администрации Волгоградской области № 22-21-20115, https://rscf.ru/project/22-21-20115/.

Обсуждаются результаты экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия опорных элементов (стоп) шагающих машин с водонасыщенными почвогрунтами. В условиях орошаемого земледелия шагающие движители в меньшей степени разрушают почву, при этом, в сравнении с колесными и гусеничными машинами, характеризуются лучшей грунтовой и профильной проходимостью. Кроме того, дискретность следовой колеи препятствует образованию очагов ирригационной эрозии. Вместе с тем, шагающий способ передвижения на водонасыщенных грунтах имеет некоторые специфические недостатки, обусловленные особенностями взаимодействия стоп с переувлажнённой опорной поверхностью. В частности, имеет место налипание большого объёма грязи на стопу и её «самозарывание» в колее, что затрудняет движение. Также имеет место наличие «компрессионного эффекта», который при переступании механизма шагания препятствует отрыву стопы от грунта. Были исследованы причины указанных недостатков. Приведены результаты математического моделирования контактного взаимодействия лыжеобразной стопы с почвогрунтом при помощи пакета конечно-элементного моделирования ANSYS. Показано, что возникновение «компрессионного эффекта» обусловлено повышенными напряжениями по периметру стопы, что затрудняет доступ атмосферно-

The results of theoretical and experimental studies of the interaction of the support elements (feet) of walking machines with water-saturated soils are discussed. Walking movers in conditions of irrigated agriculture destroy the soil to a lesser extent and have better ground and profile patency compared to wheeled and tracked vehicles. In addition, the discreteness of the track track prevents the formation of foci of irrigation erosion. At the same time, with the walking method of movement on water-saturated soils, there are specific disadvantages due to the peculiarities of the interaction of the feet with the waterlogged support surface. In particular, there is a large amount of dirt sticking to the foot and its «self-burying» in the rut, which makes it difficult to move. There is also a «compression effect» that prevents the foot from lifting off the ground when stepping over. The reasons for these shortcomings were investigated. The results of mathematical modeling of the contact interaction of the ski-like foot with the soil using the ANSYS finite element modeling package are presented. It is shown that the occurrence of the «compression effect» is caused by increased stresses along the perimeter of the foot, which complicate the access of atmospheric air to the contact zone. Therefore, when the foot is detached from the ground, it is necessary to overcome atmospheric pressure. To reduce the compressive force, it is necessary to provide atmospheric air access to the contact zone. Some technical

го воздуха в зону контакта. Поэтому при отрыве стопы от грунта приходится преодолевать атмосферное давление. Для уменьшения компрессионной силы необходимо обеспечить доступ атмосферного воздуха в зону контакта. Предложены некоторые технические решения, направленные на повышение функциональных свойств опорных элементов дождевальных шагающих машин. Результаты работы могут быть востребованы при внедрении в орошаемом земледелии новых почвосберегающих агротехнологий с высоким уровнем автоматизации на базе мобильных робототехнических систем с шагающими движителями.

solutions aimed at improving the functional properties of the support elements of sprinkler walking machines are proposed. The results of the work may be in demand when introducing new soil-saving agricultural technologies with a high level of automation based on walking robotic systems in irrigated agriculture.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, водонасыщенные почвогрунты, дождевальные машины, шагающий движитель, самоходные шагающие опоры.

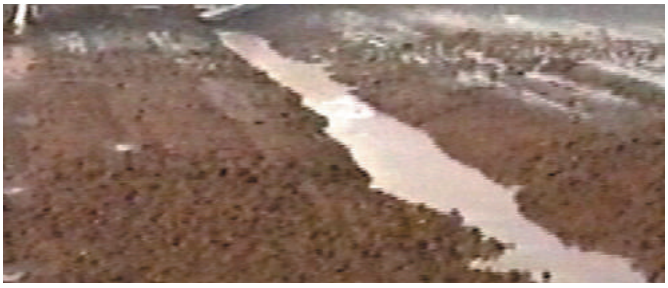
Key words: irrigated agriculture, water-saturated soils, sprinklers, walking mover, self-propelled walking supports.

Введение. Относительно широкое применение в орошаемом земледелии машин с колесными движителями является одной из причин процессов эрозии и уплотнения почвы, что может привести к её деградации. Колесо на водонасыщенных почвогрунтах оставляет глубокую колею, частично разрушает почвенный слой. Вода при орошении либо скапливается в колее (что затрудняет движение), либо, уходя по колее с орошаемой поверхности поля, разрушает и смывает верхний плодородный слой почвы. В поливном земледелии при выполнении работ, не требующих высокой скорости передвижения, например, в дождевальных машинах, находят применение шагающие движители [3, 4, 12]. Шагающий движитель, в относительном сравнении с колесным и гусеничным движителем, при проведении сельскохозяйственных работ потенциально может обеспечить повышенную грунтовую и профильную проходимость [1, 9, 14], а также в меньшей степени разрушает почвенный покров [4, 10] и в меньшей мере заминает растения [2]. Кроме того, дискретность следовой колеи препятствует образованию очагов ирригационной эрозии. Вместе с тем, как показывают испытания опытных образцов шагающих машин и роботов, при шагающем способе передвижения на водонасыщенных грунтах имеются свои специфические недостатки, обусловленные особенностями взаимодействия опорных элементов (стоп) с переувлажнённой опорной поверхностью. В работе рассматриваются результаты экспериментальных и теоретических исследований особенностей взаимодействия опорных элементов (стоп) шагающих машин с водонасыщенными почвогрунтами. Также рассматриваются некоторые технические решения, направленные на повышение функциональных свойств опорных элементов дождевальных шагающих машин.

Материалы и методы. В Волгоградском государственном техническом университете разработаны и испытаны в условиях реальной эксплуатации самоходные шагающие опоры для широкозахватной дождевальной машины «Кубань» [4, 5]. Шагающие опоры (рисунок 1а) были выполнены в виде несущих балок, снабжённых электроприводом, на концах которых попарно установлены механизмы шагания, образующие шагающий движитель. Механизмы шагания — одностепенные, на базе четырехзвенных цикловых механизмов «λ-образного» вида. Статически устойчивая походка сдвоенных механизмов шагания обеспечивается за счёт работы в противофазе ведущих кривошипов каждой пары механизмов. Опорные звенья механизмов шагания (ноги) снабжены шарнирно присоединёнными стопами. Лыжеобразные стопы размером 0,24x1,6 м обеспечивают пониженное давление на грунт. Они обеспечивали среднее давление

а)

б)



в)

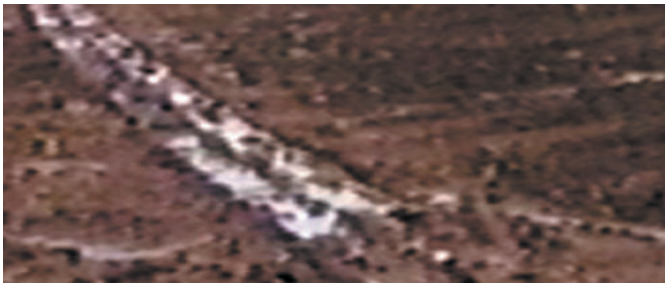


Рисунок 1 – **Шагающий движитель (опора) дождевальной машины (а), колея колёсного (б) и шагающего (в) движителя**

на грунт около 0,04 МПа. Суммарная ширина правой и левой стопы шагающей опоры приблизительно равнялась ширине колесного движителя серийной опоры дождевальной машины.

Проведённые исследования (полевые испытания) продемонстрировали [4] существенное превосходство по грунтовой и профильной проходимости шагающего движителя с лыжеобразными стопами в сравнении с колёсными, а также по показателям экологичности (при полевых экспериментах глубина следовой колеи шагающих опор составляла всего 5-20 % от глубины колеи колесной опоры (рисунки 1 б, в).

Результаты и обсуждение. В ходе полевых испытаний был выявлен ряд существенных недостатков шагающего движителя, обусловленных особенностями взаимодействия опорных элементов (стоп) с переувлажнёнными почвогрунтами.

Во-первых, при использовании стоп лыжеобразной формы следовая колея получалась сплошной, а не дискретной (рисунок 1 в). Это нежелательно с точки зрения возникновения очагов водной эрозии. Сплошная колея зачастую является каналом, по которому вода уходит с поля, разрушая верхний плодородный слой почвы. Указанный недостаток был устранён за счёт размещения лыж «ёлочкой» – с небольшим угловым смещением от продольной оси шагающей опоры [6].

Во-вторых, при использовании стоп малой толщины (высоты) в фазе опоры на грунт наблюдался эффект их полного «самозарывания» в грязь в колее. Это сильно затрудняло движение. Более того, если полив прекращался, а грязь в колее успевала засохнуть, то возобновление движения становилось невозможным – стопы фактически превращались в «заделку». С целью исключения эффекта «самозарывания» толщина стоп была увеличена до 0,15 м. В результате, учитывая сравнительно небольшую глубину следовой колеи, верхняя поверхность стопы стала выше уровня почвы, что исключило попадание на неё грязи и зарывание стопы в колее.

На вязких переувлажнённых грунтах также имело место налипание значительного объёма грязи на стопу в фазе её переноса (рисунок 1 а). Перенос на стопе значительных масс грязи требует дополнительных энергозатрат при движении. Указанный недостаток может быть устранён, по крайней мере частично, путём снабжения опорной части стопы упругой оболочкой [7]. Разнородная деформация оболочки при выходе стопы из опорной фазы способствует отлипанию грязи.

Следующий существенный недостаток – «компрессионный» или «поршневой» эффект, возникающий при шагающем способе передвижения на водонасыщенных грунтах. При переступании (смене ног), из-за возникающего находящейся в опорной фазе под стопой разрежения, возникает препятствующая отрыву стопы движителя от опорной поверхности (грунта) сила. Фактически, при отрыве стопы от грунта требуется работать против атмосферного давления. Так как лыжеобразная стопа имеет развитую опорную поверхность, то компрессионная сила может достигать значительной величины [15]. С целью исследования компрессионного эффекта проведено математическое моделирование контактного взаимодействия стопы с почвогрунтом при помощи пакета конечно-элементного моделирования ANSYS. При этом сформулирована контактная задача для жёсткой стопы лыжеобразной формы, взаимодействующей с линейно упругим грунтом, упругие свойства которого задавались модулем Юнга и коэффициентом Пуассона [11]. Задача решалась при допущении идеального сопряжения контактирующих тел и наличия сил линейного трения в области контакта в условиях простого нормального нагружения, создаваемого приложенными к шарниру стопы внешними силами. На рисунке 2 представлена типичная картина состояния грунта под стопой при действии нормальной распределённой нагрузки q. Грунт задавался как влажный суглинок.

Повышенные напряжения по периметру затрудняют доступ атмосферного воздуха в зону контакта. За счёт этого возникает перепад давлений, и при отрыве стопы от грунта приходится преодолевать атмосферное давление. Для уменьшения компрессионной силы необходимо обеспечить доступ атмосферного воздуха в зону контакта.

С целью уменьшения компрессионной силы разработан экспериментальный вариант стопы [8]. Стопа выполнена в виде полой коробчатой конструкции 1 – корпуса стопы (рисунок 3). Корпус стопы имеет повышенную высоту для исключения эффекта зарывания в колее. Шарнирное крепление стопы к опорному звену механизма шагания осуществляется к проушине 2, расположенной в центральной части верхней плоскости стопы. Для обеспечения дискретности следовой колеи ось шарнира смещена от оси симметрии стопы на угол 10°. Нижняя опорная плоскость стопы снабжена водонепроницаемой мембраной 3 из эластомера, закреплённого по периметру нижней грани стопы и по периметру сферических углублений 4, равномерно

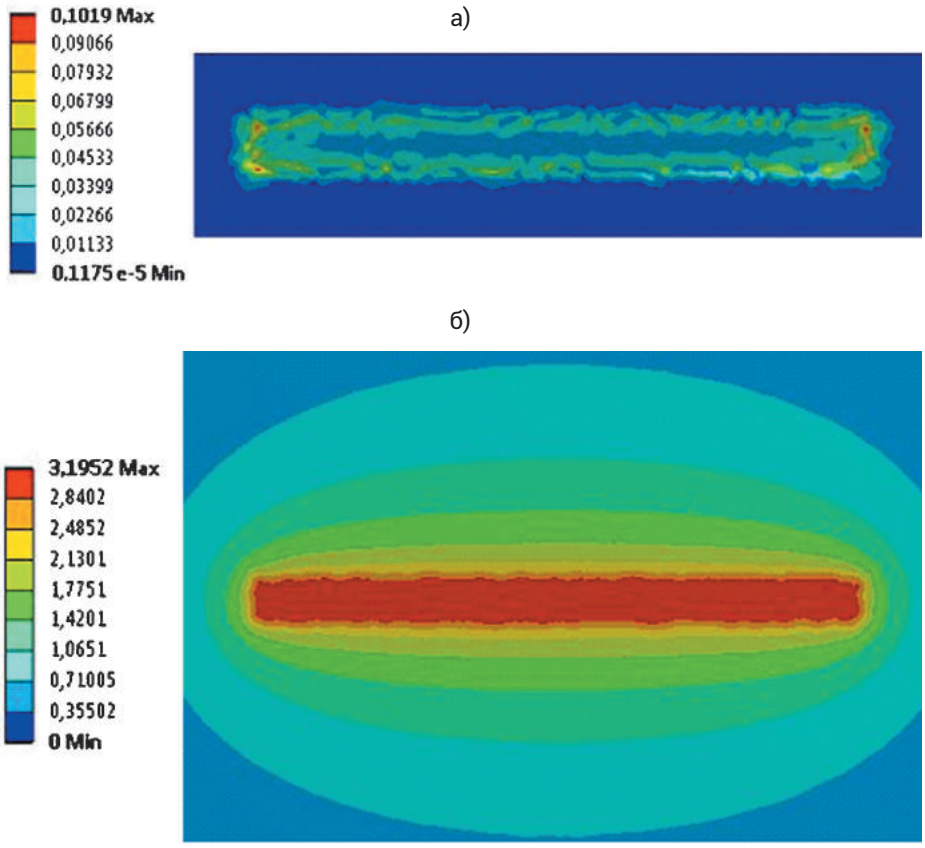


Рисунок 2 – **Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу (а) (в МПа) и полных деформаций грунта (б) (в мм) под стопой при действии нормальной нагрузки q = 0,08 МПа**

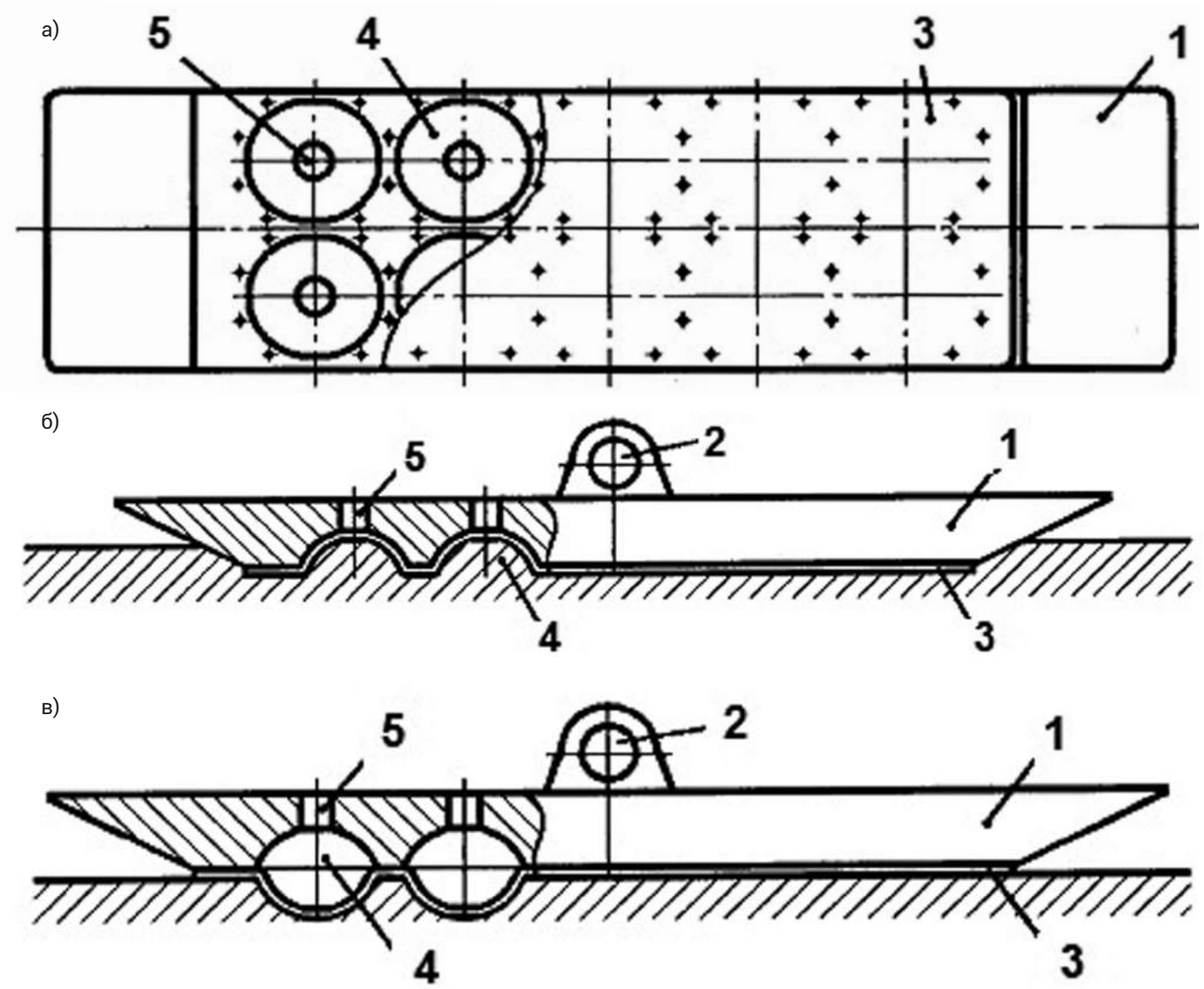


Рисунок 3 – **Стопа шагающей опоры дождевальной машины: вид снизу на опорную часть (а); стопа в опорной фазе (б); стопа в момент отрыва от грунта (в)**

распределённых по всей нижней грани стопы. Причём мембрана 3 и сферические углубления 4 образуют изолированные от грунта полости переменного объёма, связанные с атмосферой посредством сквозных поперечных отверстий 5 в корпусе стопы.

Предлагаемая стопа работает следующим образом. В фазе опоры на грунт эластичная мембрана 3, растягиваясь под действием уплотняемого водонасыщенного грунта, вытесняет воздух из пространства, образуемого мембраной 3 и сферическим углублением 4, полностью заполняя его объём (рисунок 3 б). При отрыве стопы от грунта в зоне контактного взаимодействия образуется зона разрежения, обуславливая возникновение компрессионной силы, препятствующей отрыву стопы. Под действием компрессионной силы эластичная мембрана 3 растягивается в сторону грунта, оставаясь в фазе контакта (рисунок 3 в). При этом сферические углубления 4 через сквозные отверстия 5 связаны с атмосферным воздухом, и поэтому на начальном этапе отрыва стопы от грунта величина компрессионной силы незначительна.

Компрессионная сила зависит от свойств грунта, формы опорной поверхности стопы, её площади и ряда других параметров [13]. Наиболее существенно её величина зависит от скорости отрыва стопы движителя от грунта. При малой скорости атмосферный воздух успевает просочиться в зону разряжения под стопой, вследствие чего компрессионная сила уменьшается. Предлагаемая конструкция стопы позволяет растянуть процесс её отрыва от грунта по времени, тем самым достигается уменьшение компрессионной силы. Кроме того, разнородная деформация эластичной мембраны 3 способствует отлипанию грязи. В итоге уменьшаются энергозатраты на передвижение шагающей опоры.

Заключение. При шагающем способе передвижения на водонасыщенных грунтах имеет место налипание большого объёма грязи на стопу и её «самозарывание» в колее, что затрудняет движение. Имеет место «компрессионный эффект», препятствующий отрыву стопы движителя от грунта. Предлагаемая конструкция стопы позволяет существенно снизить затраты мощности при движении на перенос налипшей грязи и на преодоление компрессионной силы, препятствующей отрыву стопы от грунта, что повышает энергоэффективность шагающей опоры дождевальной машины в целом. Кроме того, за счёт шарнирного крепления стоп с небольшим угловым смещением от продольной оси шагающей опоры обеспечивается дискретность следовой колеи. Отсутствие сплошной колеи препятствует образованию очагов ирригационной эрозии. Результаты работы могут быть востребованы при разработке опорных элементов шагающих машин для новых почвосберегающих технологий в лесном и сельском хозяйстве.

Библиографический список

1. Артоболевский, И. И. Особенности и возможности шагающих машин / И. И. Артоболевский, А. П. Бессонов, Н. В. Умнов // Вопросы земледельческой механики. – М.: Изд-во ВИМ, 1978. – С. 41.

2. Гончаров, А. А. Заминаемость растений опорными элементами шагающего движителя в условиях орошаемого земледелия / А. А. Гончаров, В. В. Чернышев, Н. Г. Шаронов // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 4. – С. 62-65.

3. Концепция проектирования шагающих машин / Е. С. Брискин, В. В. Чернышев, В. В. Жога [и др.] // Наука – производству. – 2005. – № 1. – С. 33-38.

4. Опыт разработки и испытаний шагающих опор дождевальной машины / Е. С. Брискин, В. В. Чернышев, В. В. Жога, А. В. Малолетов // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 9. – С. 27-31.

5. Патент № 2108708 С1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09, B62D 57/02. Самоходная тележка многоопорной дождевальной машины: № 95109634/13: заявл. 07.06.1995: опубл. 20.04.1998 / Е. С. Брискин, А. Е. Русаковский, В. В. Чернышев [и др.]; заявитель ВолгГТУ.

6. Патент № 2156711 С1 Российская Федерация, МПК B62D 57/032. Шагающая опора для транспортных средств повышенной проходимости : № 99112582/28: заявл. 09.06.1999: опубл. 27.09.2000 / Д. Е. Охоцимский, Е. С. Брискин, В. В. Чернышев, С. В. Шерстобитов; заявитель ВолгГТУ.

7. Патент на полезную модель № 93066 U1 Российская Федерация, МПК B62D 57/032. Шагающая опора для транспортных средств повышенной проходимости: № 2009138400/22: заявл. 16.10.2009: опубл. 20.04.2010 / В. П. Мишта, А. Е. Гаврилов, Н. Е. Фролова, Е. С. Брискин; заявитель ВолгГТУ.

8. Патент на полезную модель № 177594 U1 Российская Федерация, МПК B62D 57/032. Шагающая опора транспортных средств повышенной проходимости для водонасыщенных грунтов: № 2017135711: заявл. 05.10.2017: опубл. 01.03.2018 / В. В. Чернышев, В. В. Арыканцев; заявитель Волгоградский государственный технический университет.

9. Сравнительный анализ колёсных, гусеничных и шагающих машин / Е. С. Брискин, В. В. Чернышев, А. В. Малолетов, Н. Г. Шаронов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2013. – № 1 (1). – С. 6-14.

10. Чернышёв, В. В. Исследование взаимодействия шагающего движителя с экологически ранимым почвенным покровом / В. В. Чернышёв, Е. С. Брискин // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 1 (133). – С. 34-38.

11. Чернышёв, В. В. Моделирование взаимодействия стопы шагающего движителя с водонасыщенными грунтами / В. В. Чернышев, В. В. Арыканцев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – № 4 (20). – С. 21-38.

12. Чернышёв, В. В. Шагающая опора многосекционной дождёвальной машины для работы на полях нерегулярной формы / В. В. Чернышёв, Н. Г. Шаронов, А. З. Насари // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 2. – С. 55-57.

13. Штамповая установка для исследования «компрессионных» свойств подводных грунтов / В. В. Чернышёв, В. В. Арыканцев, М. Г. Матвейчук, А. В. Бандурко // Системы контроля окружающей среды. – 2019. – № 3 (37). – С. 16-22.

14. Briskin E. S., Chernyshev V. V., Maloletov A. V [et al.] On ground and profile practicability of multi-legged walking machines / Climbing and Walking Robots. CLAWAR 2001: Proc. of the 4-th Int. Conf. Karlsruhe, Germany, 2001. – Pp.1005-1012.

15. Regularities of Contact Behavior of Small Supporting Elements (Feet) of Walking Machines and Robots with Weakly Bearing and Water-Saturated Soils / V. V. Arykantsev, V. V. Chernyshev, Y. V. Kalinin, N. G. Sharonov // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 324 LNNS. – Pp. 295-302.

Bibliographic list

1. Artobolevsky, I. I. Features and capabilities of walking machines / I. I. Artobolevsky, A. P. Bessonov, N. V. Umnov // Questions of agricultural mechanics. – M .: Publishing house VIM, 1978. - Pp. 41.

2. Goncharov, A. A. Jamming of plants by supporting elements of a walking propeller in conditions of irrigated agriculture / A. A. Goncharov, V.V. Chernyshev, N. G. Sharonov // Irrigated agriculture. – 2020. – No. 4. – Pp. 62-65.

3. The concept of designing walking machines / E. S. Briskin, V. V. Chernyshev, V. V. Zhoga [et al.] // Science – production. – 2005. – No. 1. – Pp. 33-38.

4. Experience in the development and testing of walking sprinkler supports / E. S Briskin, V. V Chernyshev, V. V Zhoga, A. V. Maloletov // Tractors and agricultural machines. – 2011. – No. 9. – Pp. 27-31.

5. Pat. RU 2108708, Self-propelled cart of multi-support sprinkler machine / E. S. Briskin, A. E. Rusakovsky, V. V. Chernyshev, V. V. Zhoga [et al.]; VSTU. – 1998.

6. Pat. RU 2156711, Walking support for cross-country vehicles / D. E. Okhotsimsky, E. S. Briskin, V. V. Chernyshev, S. V. Sherstobitov; VSTU. – 2000.

7. Pat. RU 93066, Walking support for cross-country vehicles / V. P. Mishta, A. E. Gavrilov, N. E. Frolova, E. S. Briskin; VSTU. – 2010.

8. Pat. RU 177594, Walking support of cross-country vehicles for water-saturated soils / V. V. Chernyshev, V. V. Arykantsev; VSTU. – 2018.

9. Briskin E. S., Chernyshev V. V., Maloletov A. V., Sharonov N. G (2013). Comparative analysis of wheeled, tracked and legged machines. Robotics and Technical Cybernetics. No. 1 (1). – Pp. 6-14.

10. Chernyshev, V. V. Study of the interaction of a walking propeller with an ecologically vulnerable soil cover / V. V. Chernyshev, E. S. Briskin // Life Safety. – 2012. – No. 1. – Pp. 34-38.

11. Chernyshev, V. V. Simulating interaction of the foot of a walking legged locomotion mover with water-saturated grounds / V. V. Chernyshev, V. V. Arykantsev // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. – 2015. – № 4 (20). – Pp. 21-38.

12. Chernyshev, V. V. Multi-section sprinkler machine walking support for working in irregular fields / V. V. Chernyshev, N. G. Sharonov, A. Z. Nasari // Irrigated agriculture. – 2021. – No. 2. – Pp. 55-57.

13. Stamping device for the research of «compression» properties of underwater soils / V. V. Chernyshev, V. V. Arykantsev, M. G. Matveychuk, A.V. Bandurko // Environmental control systems. – 2019. – № 3 (37). – Pp. 16-22.

14. Briskin E. S., Chernyshev V. V., Maloletov A. V. [et al.] On ground and profile practicability of multi-legged walking machines / Climbing and Walking Robots. CLAWAR 2001: Proc. of the 4-th Int. Conf. Karlsruhe, Germany, 2001. – Pp. 1005-1012.

15. Regularities of Contact Behavior of Small Supporting Elements (Feet) of Walking Machines and Robots with Weakly Bearing and Water-Saturated Soils / V. V. Arykantsev, V. V. Chernyshev, Y. V. Kalinin, N. G. Sharonov // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 324 LNNS. – Pp. 295-302.

УДК 631.171 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-2-4

ВАРИАНТ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЗАДАЧ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

OPTION OF INFORMATION AND TECHNOLOGY SUPPORT FOR THE OPERATION OF IRRIGATION MACHINES

В. И. Коржов[1], кандидат технических наук, профессор кафедры мелиорации земель, kvi.vi@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-3634-1806,
Е. А. Волкова[1], аспирант, 7katerina7tomashevich7@mail.ru, ORCID: 0009-0007-6471-4490,
И. В. Коржов[2], заведующий отделом информационно-аналитического обеспечения комплексного использования и охраны водных объектов, ivkorzhov@yandex.by, ORCID: 0009-0004-7450-7768,
Д. А. Кудравец[1], аспирант, dimas_062@mail.ru, ORCID: 0009-0004-2351-9873

[1]Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация
[2]ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

V. I. Korzhov[1], Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Land Reclamation, kvi.vi@yandex.ru, ORCID: 0009-0001-3634-1806,
E. A. Volkova[1], postgraduate student,7katerina7tomashevich7@mail.ru, ORCID: 0009-0007-6471-4490,
I. V. Korzhov[2], Head of the Department of Information and Analytical Support for the Integrated Use and Protection of Water Bodies, ivkorzhov@yandex.by, ORCID: 0009-0004-7450-7768,
D. A. Kudravets[1], PhD student, dimas_062@mail.ru, ORCID: 0009-0004-2351-9873

[1]Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation
[2]Russian Research Institute of Integrated use and protection of water resources, Rostov-on-Don, Russian Federation

Работа выполнена в рамках Государственного контракта № 164/20 ГК на выполнение прикладных научных исследований по теме «Разработка научно-методического обоснования и определение перспективы использования водных ресурсов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации, а также научно обоснованных рекомендаций по повышению эффективности использования водных ресурсов Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации при мелиорации земель сельскохозяйственного назначения на основе водного баланса территории»

Современные требования к обеспечению продовольственной безопасности страны определяют необходимость повышения качества и оперативности принимаемых решений практически во всех сферах деятельности. И, в первую очередь, – в сфере орошаемого земледелия. Одним из направлений такого повышения в настоящее время является направление, связанное с разработкой и внедрением средств искусственного интеллекта. При этом речь идёт не только о применении средств, ориентированных на поддержку крупных научно-технических задач, но и так называемых «малых» IT-средств, обеспечивающих информационно-технологическую поддержку специалистов, работающих непосредственно «на земле». Эти «малые» IT-средства должны быть относительно недороги, просты в эксплуатации и, что немаловажно в современных условиях, – способствовать последовательному переходу на отечественные средства и технологии, включая технологии орошаемого земледелия. В настоящей статье продемонстрирован пример разработки одного из таких «малых» IT-средств – компьютерной программы информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение этой программы, обеспечивающее расчёт следующих пока-

Modern requirements for ensuring the country's food security determine the need to improve the quality and efficiency of decisions taken in almost all spheres of activity. And, first of all, in the field of irrigated agriculture. One of the directions of such an increase is currently the direction associated with the development and implementation of artificial intelligence tools. At the same time, we are talking not only about the use of tools aimed at supporting large scientific and technical tasks, but also so-called «small» IT tools that provide information technology support for specialists working directly «on the ground». These «small» IT tools should be relatively inexpensive, easy to operate, and, what is important in modern conditions, should facilitate a consistent transition to domestic tools and technologies, including technologies of irrigated agriculture. This article demonstrates an example of the development of one of such «small» IT tools – a computer program of information and technological support for the tasks of operating sprinklers. The algorithmic and software of this program have been developed, providing the calculation of the following indicators of the operation of the sprinkler machine: the watered area, the irrigation norm actually performed, the location of the machine on the field, the need for maintenance, etc. The screen form of the program is shown, demonstrating a fragment of its

зателей эксплуатации дождевальной машины: политой площади, фактически выполненной поливной нормы, местоположения машины на поле, необходимости проведения техобслуживания и др. Приведена экранная форма программы, демонстрирующая фрагмент её работы и интерфейс, который может быть взят за основу при разработке подобных IT-средств. К достоинствам программы относятся простота её создания и использования, а также возможность адаптации к реальным условиям работы самими эксплуатационными службами в зависимости от фактически складывающейся ситуации на орошаемом массиве.

work and an interface that can be used as a basis for the development of such IT tools. The advantages of the program include the simplicity of its creation and use, as well as the possibility of adaptation to real working conditions by the operational services themselves, depending on the actual situation on the irrigated massif.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, дождевальные машины, эксплуатация, информационно-технологическая поддержка, компьютерная программа.

Key words: irrigated agriculture, sprinkling machines, operation, information technology support, computer program.

Введение. Современные требования к орошаемому земледелию определяют необходимость учёта большого количества факторов, определяющих, в конечном итоге, его эффективность [10]. В их числе и факторы, связанные с применением и эксплуатацией дождевальных машин. Действительно, для обеспечения требуемых сроков и норм полива сельскохозяйственных культур необходимо оперативно и грамотно оценивать целый комплекс параметров, связанных с техническими возможностями обеспечивающих эти сроки и нормы дождевальных машин: производительностей, интенсивности создаваемого дождя, скоростей движения, требуемых давлений воды и т. д.

Кроме этого, в настоящее время следует учитывать и целый ряд особенностей и возможностей, имеющихся у семейства современных дождевальных машин, а именно:

- возможностей использования установок с разными типами приводов: электроприводом, гидроприводом, двигателем;
- возможностей использования машин с фиксированными, буксируемыми, шагающими опорами [1, 3, 13];
- возможностей использования дождевальных машин для обработки полей сложной формы [4, 6, 12];
- возможностей использования дождевальных машин для полива горных и предгорных участков местности [7];
- возможностей управления клиренсом тележек;
- возможностей применения установок с подачей воды по трубопроводу или шлангу;
- возможностей разворачивания дождевальной машины на поле;
- возможностей дистанционного мониторинга и управления машиной;
- наличия функций контроля влажности почвы;
- возможностей использования оборудования для внесения удобрений;
- наличия внутренней компьютерной системы управления машиной и её самодиагностикой;
- наличия системы навигации и т. п.

Мало того, появление у дождевальных машин последнего поколения большого количества различного рода новых функций и опций определяет возможность программного цифрового управления процессами полива в зависимости от специфики и особенностей орошаемого участка. Так, к примеру, появление у современных дождевальных машин такой функции системы распределения воды, как VRI Speed Control [14], предполагает возможность программируемого ускорения или замедления её движения для обеспечения разных поливных норм в разных зонах полива. Наличие функции VRI Zone Control – возможность программируемого открывания (закрывания) вентилей разбрызгивателей в зонах с особо управляемой водоподачей (например, в районе эксплуатационных площадок, дорог, канав и т. п.)

При всём этом, остаются актуальными главные, «классические» задачи эксплуатации дождевальных машин – задачи оперативного управления ими, а также их технического обслуживания и ремонта. Очевидно, что учёт всех этих показателей требует от эксплуатационного персонала значительных затрат и усилий на обработку оперативно изменяющейся информации и принятие качественных технических решений. Одним из направлений повышения оперативности и качества принимаемых решений в современных условиях является направление, связанное с разработкой и внедрением средств искусственного интеллекта [9]. При этом речь идёт не только об использовании «больших» IT-средств, ориентированных на поддержку проведения научных исследований, решения задач проектирования, автоматизации документооборота и т. п. [11], но и так называемых «малых» IT-средств, ориентированных на информационно-технологическую поддержку специалистов, работающих непосредственно «на земле» [2]. Эти «малые» IT-средства должны быть относительно недороги, просты в эксплуатации и, что немаловажно в современных условиях, – способствовать последовательному переходу на отечественные средства и технологии, включая технологии орошаемого земледелия [5]. Опытные разработки таких средств доказали свою актуальность и целесообразность [8].

В настоящей статье продемонстрирован пример постановки задачи и разработки одних из таких «малых» IT-средств – средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин. Эти средства реализованы на базе популярного и общедоступного в условиях реальной работы на объектах орошаемого земледелия программных средств – пакета Microsoft Office (или его отечественного аналога). Они призваны осуществлять поддержку «классических» задач эксплуатации дождевальных машин: расчёта требуемой продолжительности полива, расчёта политой площади, определения местоположения ма-

шины на поле, расчёта отработанных машино-часов с начала сезона, определения необходимости и сроков технического обслуживания и т. п.

Материалы и методы. Для разработки обозначенных средств информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин в качестве исходных данных использовались следующие данные:

- тип дождевальной машины;
- расход(ы) дождевальной машины;
- интенсивность дождя, создаваемого данной дождевальной машиной;
- скорости движения дождевальной машины;
- слой воды, выливаемой за один проход или оборот дождевальной машины (соответственно для машин фронтального или кругового действия);
- время полного прохода или оборота дождевальной машины (соответственно для машин фронтального или кругового действия);
- коэффициент использования дождевальной машины в течение суток;
- время наработки (машино-часы) дождевальной машины;
- объём воды, поданной дождевальной машиной на поле с начала поливного сезона;
- время, в течение которого осуществляется полив, и др.

Кроме этого, использовались следующие данные об орошаемом объекте:

- площадь орошаемого поля;
- сведения об орошаемой сельскохозяйственной культуре;
- установленная поливная норма;
- объём воды, вылитой на объект с начала орошения, и др.

В качестве дождевальной машины, для которой был продемонстрирован вариант использования средств информационно-технологической поддержки, была определена дождевальная машина кругового действия типа «Фрегат». Основу используемых средств информационно-технологической поддержки составили разработки авторов, реализованные на базе широкодоступных и популярных программных средств [2, 8].

Результаты и обсуждение. Разработанный в процессе настоящих исследований и инженерно-технических работ укрупнённый алгоритм информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальной машины представлен на рисунке 1.

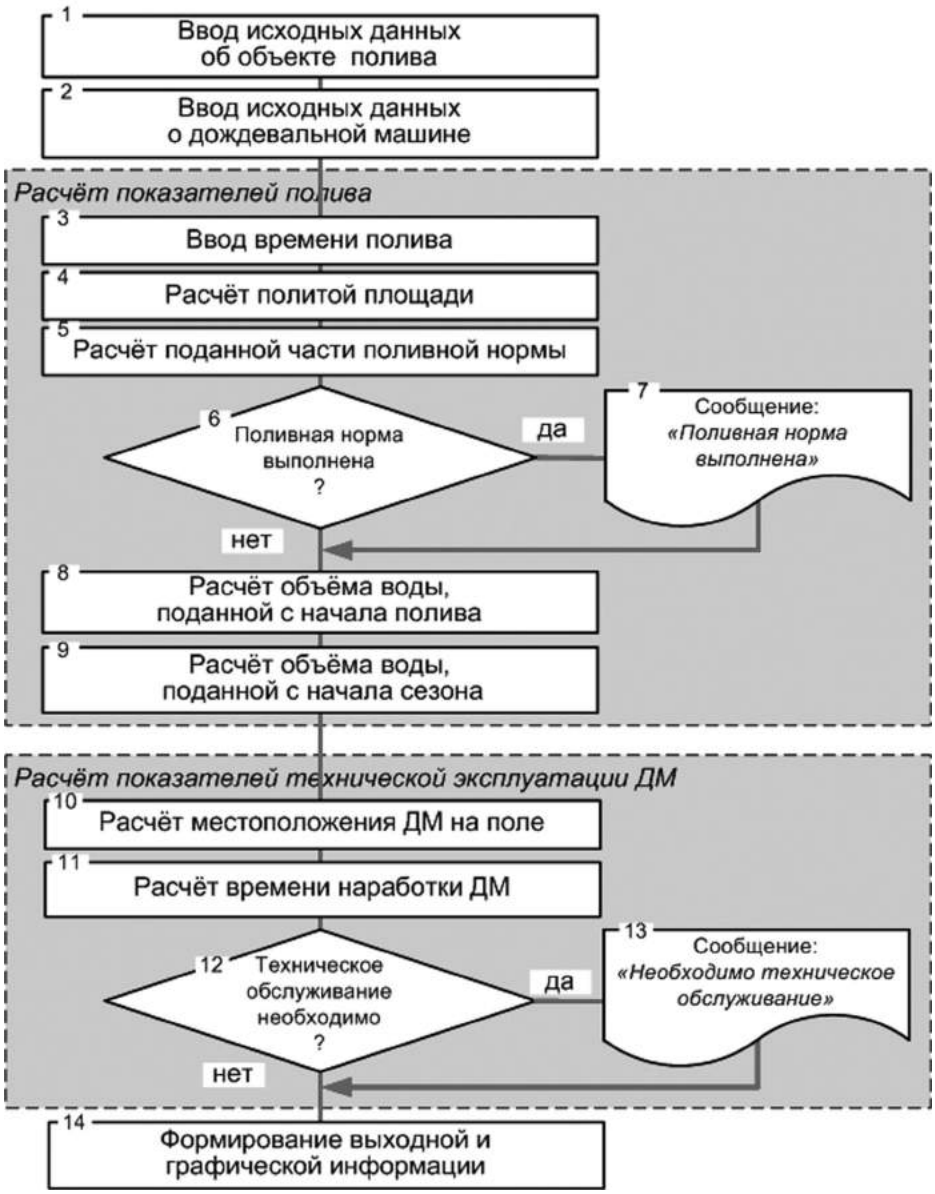


Рисунок 1 – **Укрупнённый алгоритм информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин**

Примечание: В приводимом ниже описании алгоритма не конкретизируется состав исходных и рассчитываемых данных, так как он определяется исходя из конкретных условий эксплуатации орошаемого участка и технических характеристик используемой на нём дождевальной машины. Детализация этих данных приводится в описываемом ниже варианте программной реализации этого алгоритма применительно к одной из дождевальных машин.

Вышеприведённый алгоритм информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин (рисунок 1) сводится к следующему:

1. Производится ввод исходных данных об объекте полива (орошаемом поле) (блок 1).

2. Производится ввод исходных о технических и других характеристиках дождевальной машины, используемой для полива исходного орошаемого поля (блок 2).

3. Производится ввод времени, в течение которого осуществляется полив (блок 3), и, на основании этих и ранее введённых исходных данных, осуществляется расчёт политой на данный момент площади поля (блок 4) и поданной к этому времени на это поле части поливной нормы (блок 5).

4. Производится сравнение поданной к данному моменту времени части поливной нормы с величиной требуемой поливной нормы (заданной в качестве исходных данных). В случае выполнения этого условия, выдаётся сообщение «Поливная норма выполнена». Это сообщение информирует персонал, осуществляющий эксплуатацию данной машины, о необходимости прекращения полива.

5. Производится расчёт объёмов воды, поданных на поле с начала полива (блок 8) и с начала оросительного сезона (блок 9).

6. Расчётным путём определяется местоположение дождевальной машины на орошаемом поле (блок 10). Для машин фронтального действия оно может выражаться в расстоянии от начала поля (в метрах), кругового – в виде угла поворота относительно её исходного положения (в градусах).

7. Производится расчёт времени, которое дождевальная машина отработала на момент проведения расчёта (блок 11). Это время, в зависимости от особенностей используемой дождевальной машины, может исчисляться от начала полива, от начала сезона, от начала эксплуатации.

8. Производится сравнение количества часов, отработанных дождевальной машиной, с нормативами её технического обслуживания (блок 12). В случае установления необходимости проведения технического обслуживания выдаётся сообщение «Необходимо техническое обслуживание» (блок 13). Это сообщение информирует персонал, осуществляющий эксплуатацию данной машины, о проведении этого вида работ.

9. На основании проведённых расчётов может формироваться дополнительная особо важная и/или графическая информация (блок 14), позволяющая эксплуатационному персоналу более качественно оценивать складывающуюся на объекте ситуацию и оперативно принимать те или иные инженерно-технические решения.

Один из вариантов экранной формы программы информационно-технологической эксплуатации дождевальной машины представлен на рисунке 2.

Экранная форма программы включила в себя следующие функциональные зоны (см. соответствующие выноски на рисунке 2):

1. «Зону ввода исходных данных об объекте полива», обеспечивающую ввод следующих исходных данных: о площади полива орошаемого поля; о выращиваемой на поле сельскохозяйственной культуре; о требуемой поливной норме; об объёме воды, поданной на поле с начала его орошения.

2. «Зону ввода исходных данных о технических характеристиках дождевальной машины», обеспечивающую ввод следующих исходных данных: о типе используемой дождевальной машины; о производительности (расходе) дождевальной машины; об интенсивности создаваемого дождя; о слое воды, выливаемой за один оборот (проход) дождевальной машины; о времени, за которое дождевальная машина делает один полный оборот (проход) орошаемого поля; о коэффициенте использования дождевальной машины в течение суток; о количестве часов (наработке) дождевальной машины на начало полива.

3. «Зону расчёта показателей полива», в которой производится расчёт следующих показателей: политой на данное расчётное время площади; фактически вылитой части поливной нормы и её доли от требуемой; объёма воды, поданного на поле с начала полива; объёма воды, поданного на поле с начала сезона, включая текущий полив.

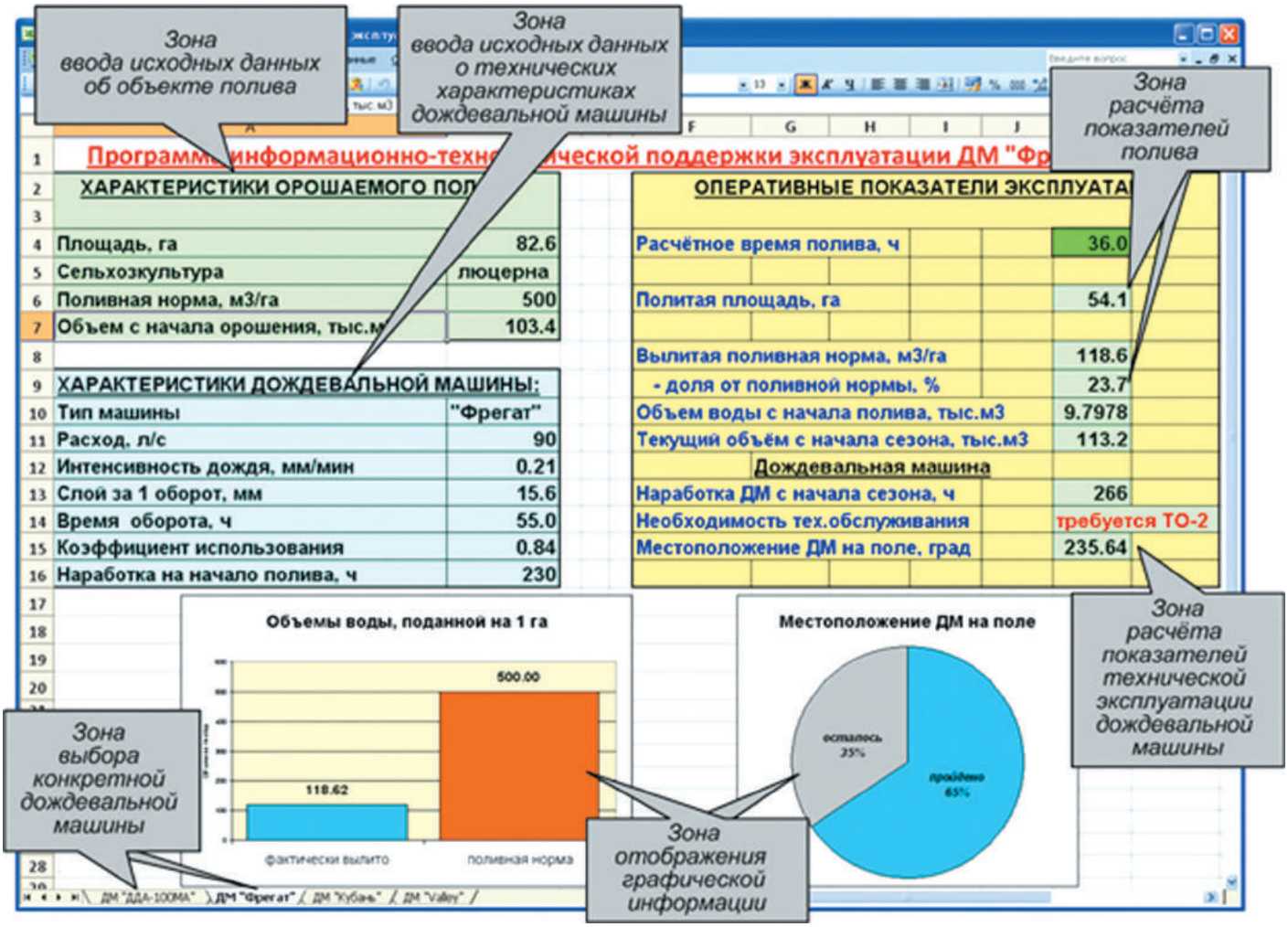


Рисунок 2 – **Экранная форма программы поддержки задач эксплуатациидождевальных машин**

4. «Зону расчёта показателей технической эксплуатации дождевальной машины», в которой производится расчёт следующих показателей: количества часов (наработке) дождевальной машины на расчётное время; необходимости проведения технического обслуживания дождевальной машины (ежесменное, техническое обслуживание №1, №2 и т.п.); местоположения дождевальной машины на поле относительно его начала.

5. «Зону отображения графической информации», обеспечивающей более наглядное отображение некоторых наиболее значимых показателей эксплуатации дождевальной машины, например: планируемых и фактических объёмов воды, поданных дождевальной машиной; визуальное местоположение дождевальной машины на поле и т.п.

6. «Зону выбора конкретной дождевальной машины», представляющую собой набор закладок, обеспечивающих переход к аналогичным программным модулям, осуществляющим информационно-технологическую поддержку работы других дождевальных машин, которые обслуживает пользователь.

Примечание. В условиях реальной производственной деятельности, когда состав используемых дождевальных машин в конкретном хозяйстве, как правило, постоянен, рекомендуется для каждой из этих машин использовать отдельный программный модуль. Эти модули могут располагаться, например, на отдельных закладках программного комплекса, например: ДМ «ДДА-100МА», ДМ «Фрегат» и т. д. (рисунок 2).

Методика работы с представленными выше средствами информационно-технологической поддержки задач эксплуатации дождевальных машин предполагает интерактивный режим работы с ними и сводится к следующему:

1. В ячейки экранной формы программы вводятся соответствующие исходные данные (на экранной форме они выделены отдельным цветом (рисунок 2).

2. Контролируется правильность и корректность результатов расчётов, осуществляемых автоматически (на экранной форме они выделены отдельным цветом, рисунок 2).

3. Вводятся оперативные данные о работе дождевальной машины по проведению поливов (на экранной форме они выделены отдельным цветом, рисунок 2).

4. Производится оценка результатов работы.

Примечание. При этом рекомендуется использовать сообщения-подсказки, генерируемые программой.

5. После завершения работы её результаты могут быть переданы другим заинтересованным службам эксплуатации орошаемого участка.

Пример одного из результатов работы программы продемонстрирован в составе экранной формы, приведённой на рисунке 2.

Заключение. Представленные выше алгоритм и компьютерная программа – это один из многочисленных и простейших вариантов решения задач эксплуатации орошаемых земель с использованием «малых» IT-средств. Главные достоинства такого решения – простота создания и использования, возможность адаптации к реальным условиям эксплуатации самими эксплуатационными службами в зависимости от реально складывающейся ситуации в хозяйстве или на орошаемом массиве.

В то же время, поскольку в одном и том же хозяйстве может одновременно работать несколько типов и единиц дождевальных машин, то для каждой из них можно использовать отдельные аналогичные программные модули, объединённые в единый программный комплекс. Это даёт возможность эксплуатационному персоналу системно обрабатывать и оценивать информацию о работе, казалось бы, значительно отличающихся по специфике и режимам дождевальных машин. В ряде случаев это позволяет оперативно промоделировать ту или иную ситуацию с целью сравнения альтернативных вариантов принятия инженерно-технических решений, выявления потребностей в ресурсах, разработки графиков технического обслуживания дождевальных машин и т. п.

Отметим также и то, что предлагаемые и подобные им программные средства могут достаточно легко устанавливаться в виде специальных программных приложений на современные мобильные технические IT-средства (ноутбуки, планшеты, смартфоны и другие гаджеты). Это значительно снижает затраты на приобретение дополнительных специальных технических средств, необходимых для обеспечения работы таких программ, а также их обслуживание и эксплуатацию. К тому же, они способны обеспечивать информационную совместимость с другими средствами информационно-технологической поддержки, используемыми при организации производственной деятельности на орошаемых землях.

Таким образом, предлагаемые «малые» IT-средства, при своей простоте и относительно небольшой стоимости, позволяют обеспечить научно-техническую обоснованность принимаемых решений, значительно повысить их оперативность, освободить персонал, осуществляющий эксплуатацию орошаемых земель, от рутинных и расчётно-ёмких работ.

В конечном итоге, всё это позволяет сделать вывод об актуальности и целесообразности работ, связанных с созданием и внедрением таких специализированных «малых» IT-средств для специалистов, работающих непосредственно «на земле», и в том числе – в области орошаемого земледелия.

Библиографический список

1. Опыт разработки и испытаний шагающих опор дождевальной машины / Е. С. Брискин, В. В. Чернышёв, В. В. Жога, А. В. Малолетов // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 9. – С. 27-31.

2. Коржов, В. И. Использование средств информационно-технологической поддержки на мелиоративных системах / В. И. Коржов. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2022. – 167 с.

3. Кузнецов, П. И. К вопросу модернизации многоопорных дождевальных машин кругового действия / П. И. Кузнецов // Природообустройство. – 2011. – № 4. – С. 72-76.

Bibliographic list

1. Experience in the development and testing of walking supports of a sprinkler machine / E. S. Briskin, V. V. Chernyshev, V. V. Zhoga, A. V. Maloletov // Tractors and agricultural machines. – 2011. – No. 9. – Pp. 27-31.

2. Korzhov, V. I. Use of information technology support for land reclamation systems / V. I. Korzhov – Novocherkassk: Lik LLC, 2022. – 167 p.

3. Kuznetsov, P. I. On the issue of modernization of multi-support circular sprinkler machines / P. I. Kuznetsov // Nature Engineering. – 2011. – No. 4. – Pp. 72-76.

4. Малолетов, А. В. Управление движением опор дождевальной машины кругового действия при движении по полям сложной формы / А. В. Малолетов, К. Ю. Лепетухин // Известия ВолгГТУ. – Волгоград. – 2015. – № 14 (178). – С. 143-147.

5. Мелихов, В. В. Переход на отечественное / В. В. Мелихов // Орошаемое земледелие. – 2022. – № 1. – С. 8-9.

6. Лепетухин, К. Ю. О возможности использования дождевальной машины кругового действия для обработки полей сложной формы / К. Ю. Лепетухин // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 3. – С. 58-61.

7. Патент № 2687003 C1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Дождевальная машина кругового перемещения для горных и предгорных участков местности : № 2018108819 : заявл. 12.03.2018 : опубл. 06.05.2019 / В. Н. Щедрин, В. Л. Бондаренко, Г. Л. Лобанов, Д. В. Бакланова ; заявитель ФГБНУ «РосНИИПМ».

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022612280 Российская Федерация. Программа моделирования режимов водоподачи на орошаемый участок путём согласования работы дождевальных машин и насосных агрегатов : № 2022611315 : заявл. 02.02.2022 : опубл. 09.02.2022 / О. В. Сорокина, В. И. Коржов, И. В. Ольгаренко [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет».

9. Стенограмма выступления Путина на конференции по искусственному интеллекту [Электронный ресурс]. – URL: http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-konferencii-po-iskusstvennomu-intellektu-12-11-2021.html (дата обращения 10.11.2022).

10. Щедрин, В. Н. Подходы к формированию принципов создания современных мелиоративных систем и объектов / В. Н. Щедрин, В. И. Коржов, А. А. Белоусов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 3 (39). – С. 170-188.

11. Юрченко, И. Ф. Системы поддержки принятия решений как фактор повышения эффективности управления мелиорацией / И. Ф. Юрченко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2017. – № 2 (26). – С. 195–200.

12. Berne, D. Agricultural Irrigation Initiative: Overview of Center Pivot Irrigation Systems [Электронный ресурс]. Northwest energy efficiency Alliance. – 2015. – URL: https://neea.org/img/uploads/overview-of-center-pivot-irrigation-systems.pdf, свободный (дата обращения 10.11.2022).

13. Briskin, E. S. On ground and profile practicability of multi legged walking machines, Climbing and Walking Robots / E. S. Bbriskin, V. V. Chernyshev, A. V. Maloletov [et al.] // CLAWAR 2001, Proc. of the 4–th Int. Conf. Karlsruhe, Germany. – 2001. – Pp. 1005-1012.

14. Valley. Каталог продукции «Valley». [Электронный ресурс]. – URL: http://az276019.vo.msecnd.net/valmontstaging/docs/default-source/valleyirrigation-com-intl-brochures/2017/ru10098-1017-product-catalog_low.pdf (дата обращения 10.11.2022).

4. Maloletov, A. V. Control of the movement of the supports of a circular sprinkling machine when moving through fields of complex shape / A. V. Maloletov, K. Yu. Lepetukhin // Proceedings of the Volgograd State Technical University. – Volgograd. – 2015. – No. 14 (178). – Pp. 143-147.

5. Melikhov, V. V. Transition to domestic / V. V. Melikhov // Irrigated agriculture. – 2022. – No. 1. – Pp. 8-9.

6. Lepetukhin, K. Yu. On the possibility of using a circular sprinkler for processing fields of complex shape / K. Yu. Lepetukhin // Irrigated agriculture. – 2020. – No. 3. – Pp. 58-61.

7. Patent No. 2687003 C1 Russian Federation, IPC A01G 25/09. Irrigation machine of circular movement for mountainous and foothill areas of the terrain: No. 2018108819: Appl. 03/12/2018 : publ. May 6, 2019 / V. N. Shchedrin, V. L. Bondarenko, G. L. Lobanov, D. V. Baklanova; applicant FGBNU «RosNIIPM».

8. Certificate of state registration of the computer program No. 2022612280 Russian Federation. Program for modeling water supply modes to an irrigated area by coordinating the operation of sprinklers and pumping units: No. 2022611315: Appl. 02/02/2022 : publ. February 9, 2022 / O. V. Sorokina, V. I. Korzhov, I. V. Olgarenko [and others]; applicant Don State Agrarian University.

9. Transcript of Putin's speech at a conference on artificial intelligence [Electronic resource]. – URL: http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-konferencii-po-iskusstvennomu-intellektu-12-11-2021.html (accessed 11/10/2022).

10. Shchedrin, V. N. Approaches to the formation of principles for creating modern reclamation systems and objects / V. N. Shchedrin, V. I. Korzhov, A. A. Belousov // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – 2020. – No. 3 (39). – Pp. 170-188.

11. Yurchenko, I. F. Decision support systems as a factor in improving the efficiency of land reclamation management / I. F. Yurchenko // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems [Electronic resource]. – 2017. – No. 2 (26). – Pp. 195-200.

12. Berne, D. Agricultural Irrigation Initiative: Overview of Center Pivot Irrigation Systems [Electronic resource]. Northwest Energy Efficiency Alliance. – 2015. – URL: https://neea.org/img/uploads/overview-of-center-pivot-irrigation-systems.pdf, free (accessed 10.11.2022).

13. Briskin, E. S. On ground and profile practicability of multi-legged walking machines, Climbing and Walking Robots / E. S. Bbriskin, V. V. Chernyshev, A. V. Maloletov [et al.] // CLAWAR 2001, Proc. of the 4th Int. Conf. Karlsruhe, Germany. – 2001. – Pp. 1005-1012.

14. Valley. Valley product catalog. [Electronic resource]. – URL: http://az276019.vo.msecnd.net/valmontstaging/docs/default-source/valleyirrigation-com-intl-brochures/2017/ru10098-1017-product-catalog_low.pdf (accessed 11/10/2022).

Большие площади –
большие оросительные системы BAUER!

- Передовые и инновационные достижения BAUER в управлении и мониторинге
- Надежность и стабильность в различных условиях эксплуатации
- Минимальные затраты труда и влияние человеческого фактора на работу системы
- Высокий уровень эффективности орошения
- Широкие возможности компоновки и оснастки
- Высокая мобильность благодаря наличию опции разворота и перестановки машины на другое поле

РИА

РЕГИОНИНВЕСТАГРО

основано 2003

г. Волгоград, ул. Новороссийская, 5. Тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30

www.riagro.ru e-mail.vasilyuk@riagro.ru

УДК/UDC 631.67.03

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

RESEARCH OF WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY AND ITS REUSE IN AGRICULTURE

Е. В. Мотько, студент факультета гидромелиорации, ev.kissssssss@gmail.com,
А. А. Руденко, ассистент кафедры строительных материалов и конструкций, away704@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-8724-6980

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация

E. V. Motko, student of the Faculty of Hydro-reclamation, ev.kissssssss@gmail.com,
A. A. Rudenko, assistant of the Department of Building Materials and Structures, away704@gmail.com,
ORCID: 0000-0002-8724-6980

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

Цель работы – обзор различных технологий повторного использования сточных вод, а также проведение оценки безопасности данных технологий. Орошение очищенными городскими сточными водами для выращивания может применяться непосредственно в конкретных случаях в разных странах или в сочетании с пресной водой. Передовые методы очистки сточных вод от мелиорированной воды могут использовать эти процедуры для эффективной очистки: протоколы биофизико-химической обработки для удаления пригодных для использования азотистых и фосфатных соединений и продвинутых процессов окисления с использованием химических процедур и механизмов для удаления органических компонентов. Фильтрация использует обратный осмос, ионный обмен для удаления различных твёрдых частиц, таких как взвешенные, растворённые и летучие вещества. Окислительное удаление органических химикатов перекисью водорода или озоном (озонирование). Очищенная вода может быть лучшим источником множества питательных и органических веществ, чем химические удобрения. Очищенная вода необходима для роста растений, поскольку она богата несколькими микроэлементами, такими как марганец, кобальт, железо, медь, цинк и молибден. Примерно 1000 кубических метров рекультивированной воды используется для орошения земли площадью 1 га, что может обеспечить азот, фосфор, калий, кальций, магний и натрий. Таким образом, эти питательные вещества, необходимые для сельскохозяйственных культур, присутствующих в рекультивированной воде, могут снизить давление на фермеров, вынуждающих их использовать дорогостоящие химические удобрения, и снизить себестоимость производства. Вывод: орошение сточными водами для сельского хозяйства может обеспечить недорогую обработку питательных веществ, превышающих предельный уровень, и удаление загрязняющих веществ. Аналогичным образом, закачка и инфильтрация очищенных сточных вод в глубокие скважины могут помочь в пополнении водоносного горизонта для увеличения запасов подземных вод. Орошение очищенными городскими сточными водами для выращивания может применяться непосредственно в конкретных случаях или в сочетании с пресной водой.

The purpose of the work – to review various technologies for the reuse of wastewater, as well as to assess the safety of these technologies. Irrigation with treated urban wastewater for cultivation can be applied directly in specific cases in different countries or in combination with fresh water. Advanced methods of wastewater treatment from reclaimed water can use these procedures for effective purification: biophysical and chemical treatment protocols for the removal of usable nitrogenous and phosphate compounds and advanced oxidation processes using chemical procedures and mechanisms for the removal of organic components. Filtration uses reverse osmosis, ion exchange to remove various solid particles such as suspended, dissolved and volatile substances. Oxidative removal of organic chemicals by hydrogen peroxide or ozone (ozonation). Results: Purified water can be a better source of many nutrients and organic substances than chemical fertilizers. Purified water is essential for plant growth, as it is rich in several trace elements, such as manganese, cobalt, iron, copper, zinc and molybdenum. Approximately 1,000 cubic meters of recultivated water is used to irrigate 1 ha of land, which can provide nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium. Thus, these nutrients necessary for crops present in reclaimed water can reduce the pressure on farmers forcing them to use expensive chemical fertilizers and reduce the cost of production. Conclusion: irrigation with wastewater for agriculture can provide inexpensive treatment of nutrients exceeding the limit level and removal of pollutants. Similarly, injection and infiltration of treated wastewater into deep wells can help replenish the aquifer to increase groundwater reserves. Irrigation with treated urban wastewater for cultivation can be applied directly in specific cases in different countries or in combination with fresh water.

Ключевые слова: орошение, открытые канавы, поверхностное орошение, недостаточное орошение, паводковое орошение.

Key words: irrigation, open ditches, surface irrigation, insufficient irrigation, flood irrigation.

Введение. Крупнейшим потребителем общего объёма забора пресной воды (~ 70 %) является сельскохозяйственный сектор. Орошаемое земледелие вносит основной вклад в продовольственную безопасность и отвечает постоянно растущему спросу растущего населения на продовольствие. Например, орошение привело к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, и, тем не менее, произошло многократное увеличение водопотребления, что усилило конкуренцию между потребителями воды (т. е. городскими, промышленными и ирригационными) и экологическими потребностями в воде. Несколько факторов, таких как длительные засушливые периоды, частые эпизоды засухи, аномальная жара и изменения в характере осадков, также усилили проблемы с безопасностью водных ресурсов во многих частях мира. Сосредоточение внимания только на одном источнике воды для производства продуктов питания из-за истощения пресной воды и быстрого роста населения может привести к серьёзному риску для устойчивых методов орошения.

Материалы и методы. Орошение очищенными городскими сточными водами для выращивания может применяться непосредственно в конкретных случаях в разных странах или в сочетании с пресной водой. Кроме того, циклическое использование солёной/солоноватой воды в сочетании с восстановленной водой может уменьшить влияние засоления на снижение урожайности. Хотя орошение сточными водами (очищенной водой) в основном практикуется в странах с низким уровнем дохода после базовой очистки воды, страны с высоким уровнем дохода применяют очищенную воду после третичного уровня очистки воды для орошения в сельском хозяйстве засушливых регионов [1, 2].

Изучение возможности повторного использования сточных вод является более эффективной и недорогой альтернативой, чем создание новой системы опреснения, которая требует больше земли и других капиталовложений, а орошаемое обработанными сточными водами сельское хозяйство является существенным источником дохода наряду с вкладом в поставку продуктов питания для этих небогатых городских фермеров.

Применение очищенных сточных вод улучшает состояние плодородия почвы. Они содержат органическое вещество; основные элементы, такие как натрий, фосфор и калий; и микроэлементы, то есть железо, марганец, цинк и медь, необходимые для роста растений. Однако неправильно обработанные отходы могут накапливать питательные вещества и создавать опасность для окружающей среды. Поэтому рекомендуется эффективная система очистки для снижения засоления и обеспечения подходящих методов управления ирригационными водами для повышения плодородия почвы. Таким образом, мы можем заметить, что надлежащее и контролируемое повторное использование сточных вод в практике управления фермерскими хозяйствами влияет на качество сельскохозяйственных культур и других ирригационных систем за счёт повторного использования сточных вод. Риски для здоровья человека и защита экосистем могут быть достигнуты с помощью подходящей очистки [3, 4].

Восстановленная оросительная вода может обеспечить большую надёжность водоснабжения для сельского хозяйства, поскольку её количество будет увеличиваться с ростом населения. В дополнение к тому, что является источником воды, она содержит ценные питательные вещества, которые сокращают внесение удобрений и способствуют повышению урожайности. Поэтому применение очищенной воды с надлежащими процессами очистки для сельского хозяйства и в других местах может безопасно заменить потребление пресной воды, доступность питательных веществ и рекуперацию энергии, что может быть полезно для адаптации сельского хозяйства к изменению климата.

За последние годы бытовые сточные воды были источником орошения для сельскохозяйственного производства. С развитием технологий очистки сточных вод их повторное использование получает признание своей ценности для многократного использования, особенно для использования в сельском хозяйстве. Кроме того, глобальное сокращение запасов пресной воды вызвало необходимость в альтернативном источнике, чтобы избежать загрязнения воды и сэкономить больше воды для агроэкономического использования в регионах с дефицитом влаги. Сточные воды относятся к воде, загрязнённой и деградированной несколькими видами отходов, поступающих из домов, промышленных предприятий, сельского хозяйства и других источников. Бытовые сточные воды в основном включают бытовые материалы, в то время как промышленные сточные воды – пищевую целлюлозу, бумагу, фармацевтические препараты, химикаты и тяжёлые металлы, обогащённые органическим и неорганическим содержанием. Тем не менее, их можно повторно использовать для орошения, промышленного использования или даже для питья путём устранения загрязняющих веществ, и это называется восстановленной или оборотной водой. Кроме того, эти сточные воды содержат много растворённых и взвешенных твёрдых веществ, которые можно классифицировать в зависимости от источника, например, чёрные, серые и штормовые.

«Чёрная» относится к сточным водам, получаемым из туалетов. В значительной степени содержит питательные вещества, такие как фосфор и азот. Сбрасываемую воду из прачечной, кухни и душа можно назвать «серой». Высокий процент твёрдых и жирных веществ в такой воде может вызвать серьёзные риски для окружающей среды и здоровья человека, если использовать её неочищенной. Нагрузки загрязняющих веществ в серой и чёрной воде зависят от времени активности (пиковой и непиковой), связанной с соответствующим источником.

После выпадения осадков (дождя, растаявшего льда или снега и т. д.) сточные воды с дороги, асфальтированной площадки и крыши дома называются ливнёвыми. Когда ливнёвая вода настолько переполняет, что водосбор и транспортировка (ливнёвые пути) не в состоянии её отводить, то это может вызвать внезапные наводнения в городских по-

селениях. Объём таких вод зависит от количества осадков, характера землепользования и наклона поверхности земли. Однако ливнёвая вода содержит меньшее количество загрязняющих веществ, чем чёрная и серая. Тем не менее, разнообразная природа загрязняющих веществ и мусора смывается при прохождении над поверхностью, влияя на содержание отходов в ливнёвых водах.

Одним из способов решения проблем, связанных с риском для окружающей среды и здоровья, связанных с орошением сточными водами, является рассмотрение рисков на пути производства сточных вод и цепочки поставок продуктов питания от производителей до потребителей и от фермы до вилки. Очищенная вода является побочным продуктом бытовых и муниципальных очистных сооружений; однако вода, производимая некоторыми отраслями промышленности, может быть или не быть пригодной для использования в сельском хозяйстве.

Рассмотрим типичную схему очистки сточных на современных предприятиях, структурная схема которой представлена на рисунке 1.

В первую очередь при очистке сточных вод взвешенные и тяжёлые материалы удаляются с помощью сеток в процессе отстаивания, а затем сточные воды передаются для вторичной очистки – процесса отстаивания, который используется для разложения органических соединений до отверждаемых продуктов, которым дают отстояться для дальнейшей обработки. Эти вторичные сточные воды могут сбрасываться в естественные водные пути, если дальнейшая дезинфекция и усовершенствованная обработка недоступны. В противном случае вторичные сточные воды будут дезинфицироваться и обрабатываться, но не будут пригодны для прямого или бытового использования без третичной очистки. Третичная очистка включает усовершенствованный механизм отделения сточных вод от летучих жирных кислот, растворённых твёрдых веществ, макро- и микрозагрязнителей, включая более высокую степень дезинфекции от инфекционных патогенов. Третичные сточные воды должны быть продезинфицированы перед сбросом или повторным использованием [5].

Передовые методы очистки сточных вод от мелиорированной воды могут использовать эти процедуры для эффективной очистки:

- Протоколы биофизико-химической обработки для удаления пригодных для использования азотистых и фосфатных соединений и продвинутых процессов окисления с использованием химических процедур и механизмов для удаления органических компонентов.
- Фильтрация использует обратный осмос, ионный обмен для удаления различных твёрдых частиц, таких как взвешенные, растворённые и летучие вещества.
- Окислительное удаление органических химикатов перекисью водорода или озоном (озонирование).

Очищенные сточные воды являются многообещающей безопасной альтернативой для орошения в

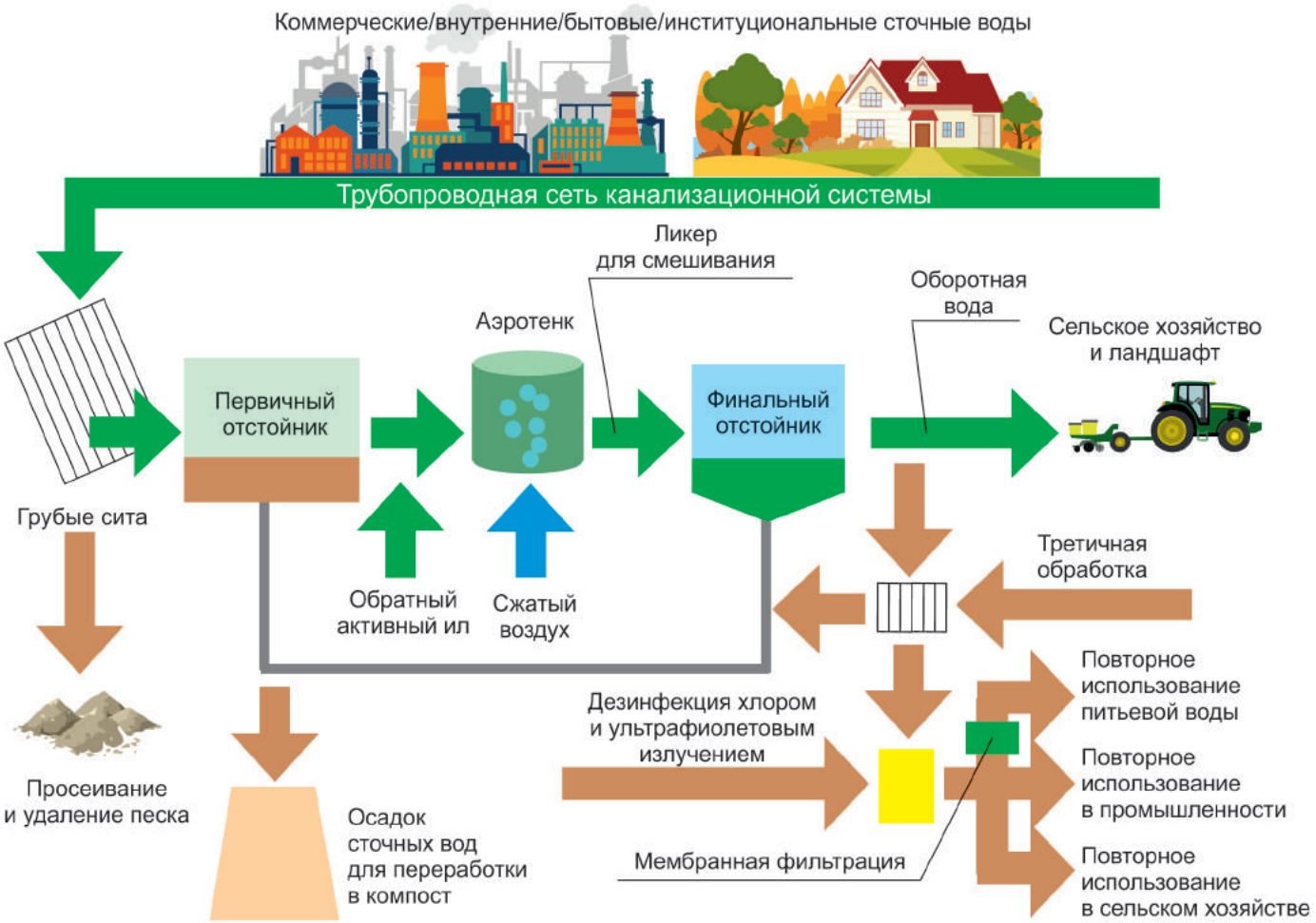


Рисунок 1 – **Структурная схема технологии очистки сточных вод и их повторного использования в сельском хозяйстве**

сельском хозяйстве, а эффективное планирование и управление могут сделать их более полезными для общества. Использование рекультивированной воды в сельскохозяйственном секторе можно в значительной степени оценить, учитывая растущий мировой спрос на сырьё и волокно. Таким образом, сельское хозяйство с повторным использованием рекультивированной воды можно считать крупнейшим потребителем, несмотря на обработку.

Хорошо известно, что ежедневная потребность города в молочных, мясных и сопутствующих продуктах, получаемых от городского скота, очень важна для муниципального продовольственного цикла. Засушливые и полузасушливые регионы полагаются на естественные пастбища для своего скота, питаемые малым количеством осадков. В таких случаях орошение сточными водами для удовлетворения потребностей животных может быть полезной альтернативой для поддержки продовольственной безопасности фермерских сообществ в развивающихся странах.

Результаты и обсуждение. Очищенная вода может быть лучшим источником множества питательных и органических веществ, чем химические удобрения. Очищенная вода необходима для роста растений, поскольку она богата несколькими микроэлементами, такими как марганец, кобальт, железо, медь, цинк и молибден. Примерно 1000 кубических метров рекультивированной воды используется для орошения земли площадью 1 га, что может обеспечить азот, фосфор, калий, кальций, магний и натрий. Таким образом, эти вещества, необходимые для сельскохозяйственных культур и присутствующие в рекультивированной воде, могут снизить давление на фермеров, вынуждающих их использовать дорогостоящие химические удобрения, и снизить себестоимость производства [6, 7]. Чтобы компенсировать потребность сельскохозяйственных культур в фосфоре на почвах с его дефицитом, можно использовать экскременты из рекультивированной воды. Однако следует отметить, что чрезмерное количество азота в сточных водах может вызвать лишний вегетативный рост, способствуя нападению насекомых-вредителей, полеганию урожая и нежелательной спелости, и это может снизить качество урожая. Более высокие концентрации микроэлементов могут привести к тому, что растения станут небезопасными для потребителя и начнут представлять опасность для здоровья человека.

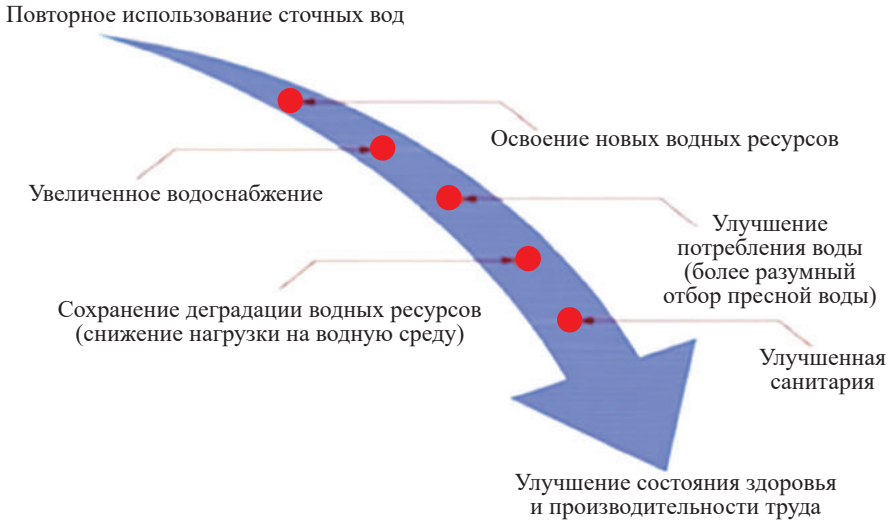


Рисунок 2 – **Перспективы повторного использования сточных вод, снижающие экологические риски для здоровья**

Сточные воды могут использоваться в различных сферах деятельности человека. Так, на рисунке 2 приведены различные отрасли применения очищенных сточных вод.

Орошение сточными водами в сельском хозяйстве может обеспечить недорогую обработку питательных веществ, превышающих предельный уровень, и удаление загрязняющих веществ. Аналогичным образом, закачка и инфильтрация очищенных сточных вод в глубокие скважины могут помочь в пополнении водоносного горизонта для увеличения запасов подземных вод [8, 9].

Другими важными причинами использования сточных вод будут наличие органических питательных веществ в качестве удобрения, близость муниципальных торговых рядов и постоянная доступность водоснабжения. Тем не менее, снижение загрязнения поверхностных вод из-за сброса сточных в водоёмы является заметным экологическим преимуществом орошения сточными водами. Это позволит планировать систематическое использование пресной воды, когда сточные воды используются для орошения, особенно в регионах с дефицитом влаги [10, 11].

Очищенная вода нуждается в более высокой степени очистки, чем третичные сточные воды, поскольку её применение может представлять опасность для здоровья населения из-за прямого контакта с очищенной водой без дальнейшего разбавления поверхностными водами. Орошение сточными водами может принести существенную пользу. Однако очевидны значительные риски для здоровья человека, если вода не обрабатывается должным образом перед применением. Поэтому, прежде чем использовать сточные воды для производства сельскохозяйственных культур в качестве орошения, следует оценить определённые риски для комплексной защиты здоровья населения и окружающей среды, для лучшего управления и безопасного использования.

Существует множество вариантов снижения рисков, связанных с повторным использованием сточных вод в сельском хозяйстве. Кроме того, необходимо уменьшить количество химических загрязнителей из-за их воздействия на животных и людей. Кроме того, настоятельно рекомендуются передовые методы окисления, такие как озонирование, улучшенное окисление, активированный уголь, микрофильтрация, ультрафильтрация и нанофильтрация. Фильтрация сточных вод на месте может снизить загрязнение сельскохозяйственных угодий [12, 13].

Микробиологические риски, связанные с патогенными бактериями, повышаются при прямом использовании бытовых сточных вод без обработки определёнными микробами, и это может вызвать серьёзные проблемы со здоровьем у людей, которые едят продукты в сыром виде.

Многие инфекции исследуются при непосредственном использовании неочищенных сточных вод в ходе сельскохозяйственной деятельности, а затем потребителями.

Применение оросительной воды для сельскохозяйственных ферм с использованием неочищенных сточных вод может представлять серьёзную угрозу для грунтовых вод и почвы. Большая часть вредных микробов может оставаться на поверхности почвы, однако в нескольких гидрогеологических состояниях образуются известняковые структуры. Химические вещества, такие как нитраты и бор, в том числе бытовые чистящие средства, ухудшили качество пресных подземных вод. Следовательно, для предотвращения этого химического риска, который может серьёзно повлиять на планы, население и окружающую среду, необходимы эффективные и хорошо зарекомендовавшие себя методы очистки сточных вод и программы контроля. Орошение сточными водами, т.е. очищенными или неочищенными, может привести к загрязнению грунтовых вод в результате просачивания, а утечки в системах водоснабжения могут загрязнить естественные водоносные горизонты подземных вод [14, 15].

Таблица 1 – **Различные типы методов снижения рисков**

Типы методов снижения рисков	
Патогены, связанные с выделениями: • Бактериальные инфекции • Вирусы • Простейшие патогены *Кожные раздражители и инфекции:* • Трансмиссивные патогены	Технологии дезинфекции, в первую очередь системы фильтрации, эффективны для удаления бактерий и кишечной палочки. • Вирусы более устойчивы к методам обработки, чем бактерии; следовательно, фильтрация и дезинфекция являются важными альтернативами вирусам. • Процедуры физической обработки, такие как фильтрация и стабилизация прудов, могут удалять простейшие патогены. • При составлении оценки риска в стандартах ВОЗ используются допущения, принятые в слаборазвитых странах. • Существующие правила, такие как руководящие принципы повторного использования сточных вод Всемирной организации здравоохранения и планы санитарной безопасности.

Заключение. Воздействие неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод может нанести серьёзный вред водным объектам. Они могут привести к эвтрофикации в принимающих водоёмах, а также создать условия окружающей среды, способствующие распространению переносимых водой патогенов цианобактерий, продуцирующих токсины.

Сточные воды часто сбрасываются в природные водные объекты практически без очистки, что приводит к их сильному загрязнению. Расширенная урбанизация, промышленное развитие и чрезмерное использование пресной воды на бытовом или сельскохозяйственном уровнях приводят к быстрому истощению ценных ресурсов пресной воды. Использование очищенной или очищенной воды в сельском хозяйстве является устойчивым подходом к сохранению пресной воды. Регенерированная вода в посевах – это недорогой подход к их обеспечению необходимыми макро- и микроэлементами, и он компенсирует нехватку оросительной воды. Очищенная вода является лучшей альтернативой потребностям в воде для орошения в сельском хозяйстве и решает проблемы утилизации, особенно в засушливых и полузасушливых регионах. Улучшение приложений для повторного использования в соответствии со стандартами повторного использования для сельского хозяйства очищенных сточных вод и очищенной воды может улучшить системы управления сточными водами и стать лучшей альтернативой увеличению использования сточных вод без угрозы для здоровья населения.

Библиографический список

1. Бандурина, И. П. Социальный капитал и социальный контроль в экономике России: роль экологических организаций / И. П. Бандурина // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2011. – № 2. – С. 152-157.

2. Бандурина, И. П. Эколого-экономическое обоснование совершенствования технологии очистки воды на водохозяйственных предприятиях / И. П. Бандурина, Э. В. Костенко // Глобализация экономики и российские производственные предприятия. Матер. 13-ой Междунар. науч.-практ. конф., Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова. – 2015. – С. 59-62.

3. Бесфамильная, Е. В. Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления как со-

Bibliographic list

1. Bandurina, I. P. Social capital and social control in the Russian economy: the role of environmental organizations / I. P. Bandurina // Bulletin of the South Russian State Technical University. Series: Socio-economic Sciences. – 2011. – No. 2. – Pp. 152-157.

2. Bandurina, I. P. Ecological and economic justification for improving water purification technology at water management enterprises / I. P. Bandurina, E. V. Kostenko // Globalization of the economy and Russian manufacturing enterprises. Materials of the 13th International Scientific and Practical Conference. South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M. I. Platov. – 2015. – Pp. 59-62.

3. Besfamilnaya, E. V. Improving the system of waste management of production and consumption as a socio-economic and environmental necessity / E. V. Besfamilnaya, I.

циально-экономическая и экологическая необходимость / Е. В. Бесфамильная, И. П. Бандурина // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – № 4. – С. 100-109.

4. Бесфамильная, Е. В. Социально-экономические и экологические предпосылки совершенствования системы обращения с отходами производства и потребления / Е. В. Бесфамильная, И. П. Бандурина // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3 (37). – С. 194.

5. Мероприятия по снижению себестоимости выращивания зерновых культур / Д. Д. Митинков, А. А. Солодунов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 75-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2019 год. – 2020. – С. 437-439.

6. Ольгаренко, В. И. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 8-11.

7. Эксплуатация оросительных систем / В. И. Ольгаренко, И. А. Чуприн, Н. Ф. Чередниченко [и др.] – М.: Россельхозиздат, 1976. – 175 с.

8. Пат. 2458204 Российская Федерация. Устройство для проведения эксплуатационного мониторинга водопроводящих каналов / В. А. Волосухин, Я. В. Волосухин, М. А. Бандурин, В. А. Бандурин; опуб. 29.03.2010.

9. Приходько, И. А. К вопросу применения минеральных и органических удобрений при выращивании риса / И. А. Приходько, А. Э. Сергеев, Я. А. Комсюкова // International Agricultural Journal. – 2022. – Т. 65. – № 4. – DOI: 10.55186/25876740_2022_6_4_20.

10. Приходько, И. А. Управление мелиоративным состоянием почв для экологической безопасности рисовой оросительной системы: специальность 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Приходько Игорь Александрович. – Краснодар, 2008. – 163 с.

11. Пути минимизации негативного воздействия катастрофических паводков на реках Юга России / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов: Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н. Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2022. – С. 144-148.

12. Современное состояние рационального природопользования водных и лесных ресурсов на Юге России / А. С. Романова, А. А. Руденко, М. А. Бандурин // Экология речных ландшафтов: Сборник статей по материалам VI Международной научной экологической конференции, Краснодар, 22 декабря 2021 года / Отв. за выпуск Н. Н. Мамась. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2022. – С. 137-143.

13. Шабанов, В. В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ ВПО Моск. гос. ун-т природообустройства. – М., 2009. – 154 с.

14. Шумаков, Б. А. Освоение плавней Кубани / Б. А. Шумаков, Б. Б. Шумаков, Ю. П. Поляков . – М.: Колос, 1976. – 143 с.

15. Шумаков, Б. Б. Мелиорация к XXI веке // Мелиорация и водное хозяйство. –1996. – № 3. – С. 4-6.

P. Bandurina // Bulletin of the South Russian State Technical University. Series: Socio-economic Sciences. – 2015. – No. 4. – Pp. 100-109.

4. Besfamilnaya, E. V. Socio-economic and environmental prerequisites for improving the system of waste management of production and consumption / E. V. Besfamilnaya, I. P. Bandurina // Engineering Bulletin of the Don. – 2015. – № 3 (37). – P. 194.

5. Measures to reduce the cost of growing grain crops / D. D. Mitinkov, A. A. Solodunov // Scientific support of the agro-industrial complex. Collection of articles based on the materials of the 75th scientific and practical conference of students on the results of research for 2019. – 2020. – Pp. 437-439.

6. Olgarenko, V. I. Comprehensive assessment of the technical level of hydro-reclamation systems / V. I. Olgarenko, G. V. Olgarenko, I. V. Olgarenko // Land reclamation and water management. – 2013. – No. 6. – Pp. 8-11.

7. Operation of irrigation systems / V. I. Olgarenko, I. A. Chuprin, N. F. Cherednichenko [et al.] // M.: Rosselkhoznadzor, 1976. – 175 p.

8. Pat. 2458204 Russian Federation. Device for operational monitoring of water supply channels / V. A. Volosukhin, Ya. V. Volosukhin, M. A. Bandurin, V. A. Bandurin; pub. 29.03.2010.

9. Prikhodko, I. A. On the issue of the use of mineral and organic fertilizers in rice cultivation / I. A. Prikhodko, A. E. Sergeev, Ya. A. Komsyukova // International Agricultural Journal. – 2022. – Vol. 65. – No. 4. – DOI: 10.55186/25876740_2022_6_4_20.

10. Prikhodko, I. A. Management of the reclamation state of soils for ecological safety of rice irrigation system: specialty 06.01.02 «Land reclamation, reclamation and protection»: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Prikhodko Igor Aleksandrovich. – Krasnodar, 2008. – 163 p.

11. Ways to minimize the negative impact of catastrophic floods on the rivers of Southern Russia / A. S. Romanova, A. A. Rudenko, M. A. Bandurin // Ecology of river landscapes: A collection of articles based on the materials of the VI International Scientific Ecological Conference, Krasnodar, December 22, 2021 / Rel. for the issue of N.N. Mamas. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2022. – Pp. 144-148.

12. The current state of rational nature management of water and forest resources in the South of Russia / A. S. Romanova, A. A. Rudenko, M. A. Bandurin // Ecology of river landscapes: A collection of articles based on the materials of the VI International Scientific Ecological Conference, Krasnodar, December 22, 2021 / Rel. for the issue of N. N. Mamas. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2022. – Pp. 137-143.

13. Shabanov, V. V. Methodology of ecological and water management assessment of water bodies / V. V. Shabanov, V. N. Markin // Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Moscow State University of Environmental Management. – M., 2009. – 154 p.

14. Shumakov, B. A. The development of the Kuban floodplains / B. A. Shumakov, B. B. Shumakov, Yu. P. Polyakov. – M.: Kolos, 1976. – 143 p.

15. Shumakov, B. B. Melioration to the XXI century // Melioration and water management. –1996. – No. 3. – Pp. 4-6.

УДК 626.862.3 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НА ВСПЛЫТИЕ КОЛОДЦЕВ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

DETERMINATION OF THE RESISTANCE TO THE ASCENT OF WELLS OF DRAINAGE SYSTEMS UNDER HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS ST. PETERSBURG

Р. В. Калиниченко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, kalinichenko_rv@mail.ru, ORCID: 0000-003-3136-8468,
М. В. Климахина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, mklimakhina@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0002-2673-4964,
К. С. Семёнова, кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, semenova@rgau-msha.ru, ORCID, 0000-0002-4446-4435

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

R. V. Kalinichenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry, kalinichenko_rv@mail.ru, ORCID: 0000-003-3136-8468,
M. V. Klimakhina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry, mklimakhina@rgau-msha.ru, ORCID: 0000-0002-2673-4964,
K. S. Semenova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry, semenova@rgau-msha.ru, ORCID, 0000-0002-4446-4435

A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

Работа выполнена по государственному контракту № 184/20-ГК от 16 октября 2019 года

Составной частью любой дренажной системы помимо рабочих (дрен) и транспортирующих (коллекторов) являются сопрягающие и эксплуатационные элементы. Альтернативой для железобетонных колодцев в настоящее время стали колодцы из полимерных колец, а также цельные пластмассовые колодцы различных диаметров. Малый вес и гофрированная поверхность таких колодцев создают предпосылки для негативного воздействия на них внешних нагрузок. В статье приведены результаты расчёта устойчивости на всплытие полиэтиленовых колодцев дренажных систем на основе практических данных, полученных при выполнении проекта отвода поверхностных и грунтовых вод с учётом сложных гидрогеологических условий на территории рекреации в г. Санкт-Петербург. Определены параметры колодцев из ПЭ (радиус и глубина шахты колодца), наиболее устойчивые к всплытию в процессе их эксплуатации при расчётных и нормативных углах внутреннего трения. Результаты расчётов показали, что внешние нагрузки на дренажные колодцы из ПЭ незначительны. Максимальные допустимые значения

An integral part of any drainage system, in addition to working (drains) and transporting (collectors), are mating and operational elements. An alternative to reinforced concrete manholes has now become manholes made of polymer rings, as well as solid plastic manholes of various diameters. The light weight and corrugated surface of such wells create the prerequisites for the negative impact of external loads on them. The article presents the results of the calculation of the resistance to ascent of polyethylene wells of drainage systems based on practical data obtained during the implementation of the project for the diversion of surface and groundwater, taking into account the difficult hydrogeological conditions in the recreation area in St. Petersburg. The parameters of wells made of PE (the radius and depth of the well shaft), which are the most resistant to ascent during their operation at the calculated and standard angles of internal friction, are determined. The results of the calculations showed that the external loads on the drainage wells made of PE are insignificant. The maximum allowable values of the buoyancy force in engineering geological elements are

выталкивающей силы в инженерно-геологических элементах составляют 23,1 кН, а максимальное значение силы трения – 59,52 кН при расчётной глубине колодца 3 м, поэтому колодцы из ПЭ можно устанавливать без дополнительной пригрузки (бетонного «якоря») в силу значительного действия сил трения. Следует отметить, что при увеличении радиуса пластикового колодца с 0,25 м до 0,5 м сила трения грунта увеличивается в 2 раза по сравнению с выталкивающей силой. Таким образом, их применение и предлагаемые конструктивные параметры могут использоваться при проектировании дренажной системы в гидрогеологических условиях г. Санкт-Петербурга.

23.1 kN, and the maximum value of the friction force is 59.52 kN with an estimated well depth of 3 m, therefore, wells made of PE can be installed without additional surcharge (concrete "anchor") due to significant effect of friction forces. It should be noted that with an increase in the radius of a plastic well from 0.25 m to 0.5 m, the soil friction force increases by 2 times compared to the buoyancy force. Thus, their application and the proposed design parameters can be used in the design of a drainage system in the hydrogeological conditions of St. Petersburg.

Ключевые слова: дренажный колодец, пластиковый колодец, устойчивость, всплытие, выталкивающая сила, грунтовые воды.

Key words: drainage well, plastic well, stability, ascent, buoyancy force, groundwater.

Введение. Составной частью любой дренажной системы помимо рабочих (дрен) и транспортирующих (коллекторов) являются сопрягающие и эксплуатационные элементы. В большинстве случаев эти элементы представлены дренажными колодцами различного назначения и конструкции. До недавнего времени такие колодцы выполнялись из сборных железобетонных элементов (колец), как правило, диаметром 1 м, реже – 2 м. Колодцы из сборного железобетона обладают большой прочностью и надёжностью при большом весе и используются в ландшафтном строительстве в сложных условиях. Альтернативой для железобетонных колодцев в настоящее время стали колодцы из полимерных колец, а также цельные пластмассовые колодцы различных диаметров [4, 5, 12]. Простота конструкции, надёжность, малый вес, лёгкость транспортировки, уменьшение объёма земляных работ, невысокая стоимость – характеристики, которые повлияли на широкое применение ПЭ колодцев в ландшафтном строительстве.

В то же время малый вес и гофрированная поверхность таких колодцев создают предпосылки для негативного воздействия на них внешних нагрузок. Из-за такого свойства полиэтилена, как плавучесть, необходимо проводить расчёт колодцев на всплытие и определять массу бетонного «якоря» для предотвращения этого явления [2, 3, 5, 11]. Цель работы – определение параметров колодцев из ПЭ (радиуса шахты и глубины), наиболее устойчивых к всплытию при их эксплуатации в сложных гидрогеологических условиях г. Санкт-Петербург.

Материалы и методы. Расчёты проводились в рамках разработки проекта осушения и водоотведения зоны рекреации в г. Санкт-Петербург в 2019 году на основании полевых данных технического отчёта по инженерно-геологическим изысканиям, а также в соответствии с актуальными нормативными документами (СП). Для расчёта были выбраны преобладающие на территории участка инженерно-геологические элементы (ИГЭ), в которых планируется размещение проектируемых элементов осушительной сети (глубиной до 2,5 м), а также радиусы шахты колодцев 0,25 и 0,5 м; глубина заложения колодца: 2,0, 2,5 и 3,0 м.

Результаты и обсуждение. Из-за такого свойства полиэтилена, как плавучесть, при уровне грунтовых вод выше днища колодца следует производить расчёт колодцев на всплытие, в котором необходимо рассчитать массу бетонного «якоря» для предотвращения всплытия. Расчёт на всплытие произведён для самых тяжёлых условий эксплуатации колодца с учётом наиболее высокого уровня грунтовых вод – уровень грунтовых вод до верха траншеи.

В соответствии с данными технического отчёта по инженерно-геологическим изысканиям, основными инженерно-геологическими элементами (ИГЭ), в которых размещаются проектируемые элементы осушительной сети (глубиной до 2,5 м), являются:

1. ИГЭ-2. Пески мелкие средней плотности коричневые влажные и насыщенные водой. Вскрыты скважинами, кроме № 9, 395, 540 на глубине от 0,1 до 1,6 м (абс. отм. кровли от 11,6 до 16,0 м), мощностью от 0,2 до 4,0 м. Нормативный угол внутреннего трения φн = 32˚ при нормативном сцеплении Сн = 2 кПа, расчётные значения: φI = 29˚, φII = 32˚ и CI = 1 кПа, CII = 2 кПа. Нормативное значение модуля деформации E = 28 МПа.

2. ИГЭ-3. Пески пылеватые средней плотности коричневые влажные и насыщенные водой с прослоями супесей. Вскрыты скважинами №№ 2, 4, 6-9, 345, 395, 494, 497, 502, 540, 541, 546, 551, 811 на глубине от 0,8 до 2,6 м (абс. отм. кровли от 11,3 до 15,0 м), мощностью от 0,5 до 3,6 м. Нормативный угол внутреннего трения φн = 30˚ при нормативном сцеплении Сн = 4 кПа, расчётные значения: φI = 27˚, φII = 30˚ и CI = 3 кПа, CII = 4 кПа. Нормативное значение модуля деформации E = 18 МПа.

Пылеватые пески, как правило, обладают плывунными свойствами, легко переходят в плывунное состояние при изменении гидродинамического режима и приложении дополнительных напряжений, особенно знакопеременных. Супеси и суглинки следует рассматривать как слабые квазипластичные тиксотропные грунты [1-3, 10, 11].

Подземные воды водоносного горизонта со свободной поверхностью в период изысканий (ноябрь 2019 года) были вскрыты на глубине от 0,3 до 1,6 м, на абсолютных отметках от 11,3 до 15,3 м. Водовмещающими породами являются насыпные грунты (ИГЭ-1) и озерно-ледниковые отложения, представленные песками мелкими (ИГЭ-2) и пылеватыми (ИГЭ-3) общей мощностью 1,0-3,5 м. Относительным водоупором являются озерно-ледниковые суглинки (ИГЭ-4) и ледниковые отложения: супеси (ИГЭ-5) и суглинки (ИГЭ-6). Данные уровни с учётом периода бурения можно отнести к максимальным. По данным архивных скважин (1974 г.), подземные воды со свободной поверхностью были вскрыты на глубинах от 0,3 до 2,8 м, на абсолютных отметках 10,0-15,0 м. По результатам многолетних исследований (1931-2017 гг.), выполненных в различные периоды, уровень грунтовых вод отмечался на глубине от 0,3 до 2,6 м, на абсолютных отметках 10,0-15,0 м. По результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных в мае 2018 г., уровень грунтовых вод отмечен на

глубине 0,7-2,8 м (абсолютные отметки 12,1-14,8 м).

Расчёт колодцев из ПЭ на всплытие. Расчёты выполнены в соответствии с требованиями СП 43.13330.2012, СП 35.13330.2010, СП 22.13330.2016 и СП 20.13330.2016 [6-9].

Условие прочности

$$\delta \le [\delta] \qquad (1)$$

На колодец, находящийся в грунте, действуют следующие силы: выталкивающая сила F_A, сила трения стенки колодца о грунт $F_{тр}$, а также собственный вес колодца, вес бетонного «якоря», вес опорной плиты при её наличии. На рисунке 1 приведена схема для расчёта колодца на всплытие.

Принимается, что при всплытии колодец движется равномерно без ускорения, значит, сумма всех действующих на него сил равна нулю:

$$\overline{F_A} + \overline{F_{TP}} + \overline{G_K} + \overline{G_Я} + \overline{G_П} = 0 \qquad (2)$$

где F_A, – выталкивающая сила, кН,

F_{TP} – сила трения стенки колодца о грунт, кН,

G_K, – собственный вес колодца, кН,

$G_Я$, –вес бетонного «якоря», кН,

$G_П$, –вес опорной плиты, кН.

В проекции на ось OY:

$$\overline{F_A} + \overline{F_{TP}} - \overline{G_K} - \overline{G_Я} - \overline{G_П} = 0 \qquad (3)$$

Если выталкивающая сила Архимеда F_A больше суммы сил, направленных вниз G_K, $G_Я$ и $G_П$, то неподвижность колодца обеспечивается силами трения стенок колодца об окружающий грунт. Величина силы трения F_{TP}, очевидно, при этом должна быть равна:

$$F_{TP}^T = F_A - G_K - G_Я - G_П \qquad (4)$$

Выталкивающая сила:

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot V_K \qquad (5)$$

F_A – выталкивающая сила, кН,

ρ_B – плотность воды, т/м^3,

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с^2,

V_K – объём колодца, погружённого в воду, м^3

Объём колодца, погружённого в воду:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \qquad (6)$$

V_K – объём колодца, погруженного в воду, м^3,

D – внешний диаметр колодца, м,

h – высота колодца, погружённого в воду, м,

π – число Пи= 3,14

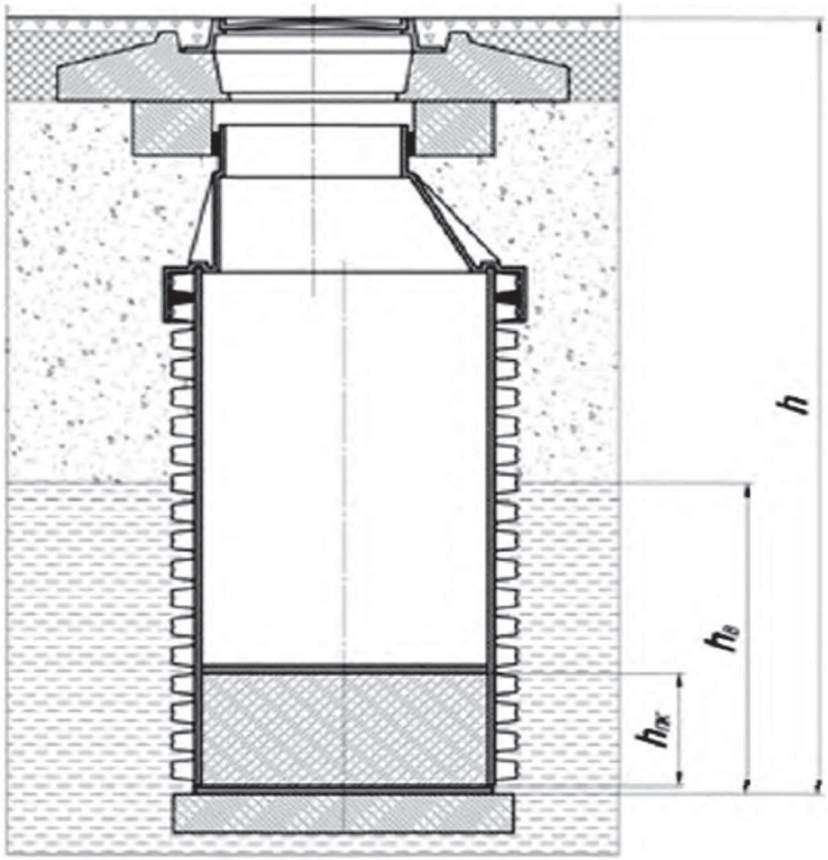


Рисунок 1 – **Схема расчёта колодца на всплытие**

Объединив формулы 5 и 6, окончательно запишем:

$$V_K = \rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \qquad (7)$$

Сила трения, препятствующая всплытию колодца:

$$F_{TP} = \mu \cdot p_{hy} \cdot S \qquad (8)$$

Где: F_{TP} – сила трения стенки колодца о грунт, кН,

μ – коэффициент трения, доля,

S – площадь воздействия силы трения, м^2

Коэффициент трения:

$$\mu = tg\varphi \qquad (9)$$

где: φ – угол внутреннего трения грунта, град.

Активное горизонтальное давление грунта:

$$p_{hy} = \gamma_{гр.} \cdot h \cdot \tau_n \qquad (10)$$

где: $\gamma_{гр.}$– значение объёмного веса грунта, кН/м^3,

τ_n– коэффициент нормативного бокового давления грунта, доля,

h – высота колодца, погружённого в воду, м

Значение объёмного веса грунта τ_n следует принять с условием его взвешенного в воде состояния.

Для песчаных грунтов средней крупности $\gamma_{гр.} = 12кН/м^3$

Коэффициент нормативного бокового давления грунта:

$$\tau_n = tg^2\left(45^o - \frac{\varphi}{2}\right) \qquad (11)$$

где: φ – угол внутреннего трения грунта. Для песчаных грунтов средней крупности φ = 0,82 φ_n = 0,82 • 38 = 30^0.

Площадь воздействия силы трения:

$$S = \pi \cdot D \cdot h, м^2 \qquad (12)$$

где: D – внешний диаметр колодца, м,

h – высота колодца, погруженного в воду, м,

π – число Пи, 3,14

Окончательно запишем: (13)

$$\tau_n = \gamma_{гр.} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot tg^2\left(45^o - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot tg\varphi$$

Вес колодца:

$$G_K = m_K \cdot g \qquad (14)$$

где: G_K – вес колодца, кН,

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с2,

m_K – масса колодца, тонн

Вес бетонного «якоря»:

$$G_Я = m_Я \cdot g \qquad (15)$$

где: $G_Я$ – вес бетонного «якоря», кН,

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с2,

$m_Я$ – масса бетонного «якоря», тонн

Вес опорной плиты:

$$G_П = m_П \cdot g \qquad (16)$$

где: $G_П$ – вес опорной плиты, кН,
g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с^2,
$m_П$ – масса опорной плиты, тонн

Введём понятие коэффициента запаса по устойчивости на всплытие. Он равен отношению значений расчётной силы трения к теоретической: (17)

$$n = \frac{F_{TP}^{P}}{F_{TP}^{T}} = \frac{F_{TP}}{F_A - G_K - G_Я - G_П} = \frac{\gamma_{гр.} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot tg\varphi}{\rho_B \cdot g \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h - m_K \cdot g - m_Я \cdot g - m_П \cdot g}$$

Для предотвращения всплытия колодца n = 1,2…1,5.
В расчётах можно принять среднее значение n = 1,35.

Теперь определим массу бетонного якоря, необходимую для предотвращения всплытия колодца: (18)

$$m_Я = \rho_B \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h - \frac{\left(\gamma_{гр.} \cdot h^2 \cdot \pi \cdot D \cdot tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right)\right)}{1{,}35 \cdot g} - m_K - m_П$$

Результаты расчёта колодцев из ПЭ на всплытие для различных геологических условий территории проектирования (парк академика Сахарова), расчётных φI = 29˚и нормативных φн = 32˚ углах внутреннего трения, представленные в таблицах 1-4, свидетельствуют о том, что в геологических и гидрогеологических условиях территории проектирования колодцы с глубиной шахты до 3 м можно устанавливать без дополнительной пригрузки (бетонного «якоря») в силу значительного действия сил трения.

Таблица 1 – **Результаты расчёта колодцев из ПЭ на всплытие (ИГЭ-2, расчётный угол внутреннего трения φI = 29˚)**

№ п/п	Параметры	Инженерно-геологический элемент ИГЭ-3					
1	Радиус шахты колодца, м	0,25			0,5		
2	Глубина заложения колодца, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
3	Объём колодца, погружённый в воду, м^3	0,39	0,49	0,59	1,57	1,96	2,36
4	Выталкивающая сила, F_A	3,85	4,81	5,78	15,4	19,25	23,1
5	Коэффициент трения, μ	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
6	Угол внутреннего трения грунта, φ, град.	29	29	29	29	29	29
7	Коэффициент нормативного бокового давления грунта,	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
8	Активное горизонтальное давление грунта, МПа	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9	Площадь воздействия силы трения, S, м^2	3,14	3,93	4,71	6,28	7,85	9,42
10	Сила трения, $F_{тр}$, кН	13,23	20,67	29,76	26,45	41,33	59,52
11	Высота шахты колодца, h, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
12	Масса 1 п.м. шахты колодца, кг	12,6	12,6	12,6	46,5	46,5	46,5
13	Вес бетонного якоря, G, кН	-10,0	-16,6	-24,7	-11,8	-22,8	-37,1

Таблица 2 – **Результаты расчёта колодцев из ПЭ на всплытие (ИГЭ-2, нормативный угол внутреннего трения φн = 32˚)**

№ п/п	Параметры	Инженерно-геологический элемент ИГЭ-3					
1	Радиус шахты колодца, м	0,25			0,5		
2	Глубина заложения колодца, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
3	Объём колодца, погружённый в воду, м^3	0,39	0,49	0,59	1,57	1,96	2,36
4	Выталкивающая сила, F_A,	3,85	4,81	5,78	15,4	19,25	23,1
5	Коэффициент трения, μ	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
6	Угол внутреннего трения грунта, φ, град.	32	32	32	32	32	32
7	Коэффициент нормативного бокового давления грунта,	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
8	Активное горизонтальное давление грунта, МПа	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9	Площадь воздействия силы трения, S, м^2	3,14	3,93	4,71	6,28	7,85	9,42
10	Сила трения, $F_{тр}$, кН	12,92	20,19	29,08	25,85	40,39	58,16
11	Высота шахты колодца, h, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
12	Масса 1 п. м. шахты колодца, кг	12,6	12,6	12,6	46,5	46,5	46,5

Таблица 3 – **Результаты расчёта колодцев из ПЭ на всплытие (ИГЭ-3, расчётный угол внутреннего трения φI = 29˚)**

№ п/п	Параметры	Инженерно-геологический элемент ИГЭ-3					
1	Радиус шахты колодца, м	0,25			0,5		
2	Глубина заложения колодца, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
3	Объём колодца, погружённый в воду, м^3	0,39	0,49	0,59	1,57	1,96	2,36
4	Выталкивающая сила, F_A	3,85	4,81	5,78	15,4	19,25	23,1
5	Коэффициент трения	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
6	Угол внутреннего трения грунта, φ, град.	29	29	29	29	29	29
7	Коэффициент нормативного бокового давления грунта,	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
8	Активное горизонтальное давление грунта, МПа	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9	Площадь воздействия силы трения, S, м^2	3,14	3,93	4,71	6,28	7,85	9,42
10.	Сила трения, $F_{тр}$, кН	13,23	20,67	29,76	26,45	41,33	59,52
11	Высота шахты колодца, h, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
12	Масса 1 п.м. шахты колодца, кг	12,6	12,6	12,6	46,5	46,5	46,5
13	Вес бетонного якоря, G, кН	-10,1	-16,6	-24,7	-11,7	-22,8	-37,1

Таблица 4 – **Результаты расчёта колодцев из ПЭ на всплытие (ИГЭ-3, нормативный угол внутреннего трения φн = 32˚)**

№ п/п	Параметры	Инженерно-геологический элемент ИГЭ-3					
1	Радиус шахты колодца, м	0,25			0,5		
2	Глубина заложения колодца, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
3	Объём колодца, погружённый в воду, м^3	0,39	0,49	0,59	1,57	1,96	2,36
4	Выталкивающая сила, F_A	3,85	4,81	5,78	15,4	19,25	23,1
5	Коэффициент трения	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
6	Угол внутреннего трения грунта, φ, град.	32	32	32	32	32	32
7	Коэффициент нормативного бокового давления грунта,	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
8	Активное горизонтальное давление грунта, МПа	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
9.	Площадь воздействия силы трения, S, м^2	3,14	3,93	4,71	6,28	7,85	9,42
10	Сила трения, $F_{тр}$, кН	12,92	20,19	29,08	25,85	40,39	58,16
11	Высота шахты колодца, h, м	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
12	Масса 1 п.м. шахты колодца, кг	12,6	12,6	12,6	46,5	46,5	46,5
13	Вес бетонного якоря, Gк, кН	-9,8	-16,1	-24,0	-11,1	-21,8	-35,8

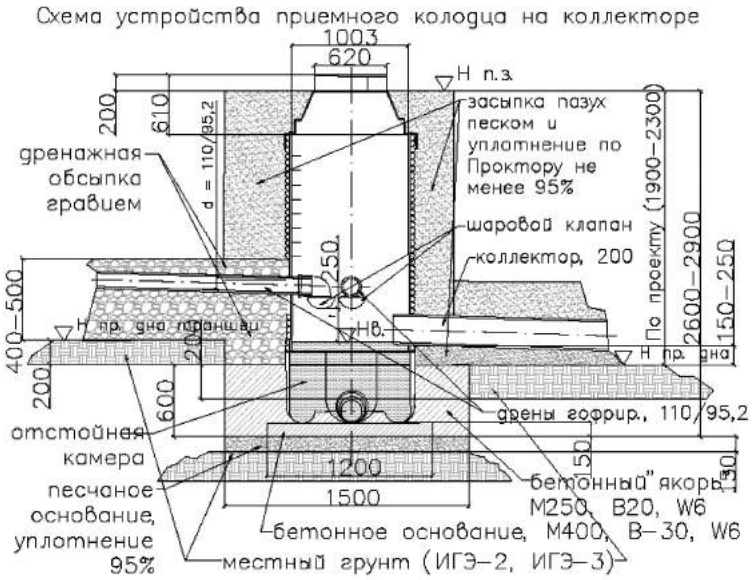


Рисунок 2 – **Схема приёмного колодца на коллекторе**

Проведённые расчёты дренажных колодцев из ПЭ на всплытие позволили подобрать оптимальные размеры таких колодцев при проектировании дренажной системы в сложных инженерно-геологических условиях в г. Санкт-Петербург (рисунок 2).

Заключение. Результаты расчётов показали, что внешние нагрузки на дренажные колодцы из ПЭ незначительны. Максимальные допустимые значения выталкивающей силы в инженерно-геологических элементах составляют 23,1 кН, а максимальное значение силы трения – 59,52 кН при расчётной глубине колодца 3 м. Установлено, что сила трения в пластиковых колодцах радиусом 0,25 м в 4,3 раза выше, чем выталкивающая сила, и в 2,15 раза выше – в колодцах с радиусом 0,5 м. Следует отметить, что при увеличе-

нии радиуса пластикового колодца с 0,25 м до 0,5 м сила трения грунта увеличивается в 2 раза по сравнению с выталкивающей силой. В гидрогеологических условиях парка Сахарова пластиковые колодцы с глубиной шахты до 3 м можно устанавливать без дополнительной пригрузки (бетонного «якоря») в силу значительного действия сил трения.

Таким образом, применение колодцев из ПЭ и предлагаемые конструктивные параметры могут использоваться при проектировании дренажной системы в гидрогеологических условиях г. Санкт-Петербурга. Однако при увеличении глубины колодца свыше 3 м и радиуса колодца более 0,5 м следует производить уточняющие расчёты колодцев на всплытие.

Библиографический список

1. Изотова, Е. А. Анализ инженерных решений при прокладке газопроводов в сложных условиях / Е. А. Изотова, Г. С. Фоминых // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2021. – № 4 (49). – С. 171-178.

2. Калиниченко, Р. В. Водопонижение и водоотлив как способ предварительного осушения территории парка академика Сахарова г. Санкт-Петербурга / Р. В. Калиниченко, К. С. Семенова, О. В. Каблуков // Природообустройство. – 2022. – № 5. – С. 36-44. – DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44.

3. Калиниченко, Р. В. Расчёт устойчивости приёмных и смотровых колодцев дренажных систем / Р. В. Калиниченко, М. В. Климахина, К. Б. Шумакова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2022. – № 6. – С. 36-40. – DOI 10.32962/0235-2524-2022-6-36-40.

4. Криулин, К. Н. Дренажные системы. Благоустройство территорий. – СПб.: АНО «Зеленая стрела», 2021. – 140 с.

5. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение: Справочник / Под ред. академика РАСХН Б. С. Маслова. – М.: «Ассоциация Экост», 2021. – 606 с.

6. СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85. – Введ. 2013-01-01. URL: https://library.fsetan.ru/doc/sp-43133302012-sooruzheniya-promyishlennyih-predpriyatij-aktualizirovannaya-redaktsiya-snip-20903-85/

7. СП 35.13330.2010. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04. – Введ. 2013- 01-01. – URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/5886/SP46133302012.pdf

8. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – Введ. 2017-07-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/456054206

9. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ.: 2017-06-04. – URL: http://sniprf.ru/sp20-13330-2016

10. ТСН 50-302-2004. Территориальные строительные нормы. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге. – Введ. 2004-10-01. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200036747

11. Чичелов, В. А. Научно-практические основы обеспечения прочности и устойчивости газопроводов в сложных инженерно-геологических условиях: автореф. дис. докт. техн. наук. – Уфа, 2007. – 46 с.

12. Hydraulic Engineering at the Tipon Royal Compound (peru) //Water (Swttzerland). – 2022. – № 14 (1). – С. 102.

Bibliographic list

1. Izotova, E. A. Analysis of engineering solutions for laying gas pipelines in difficult conditions / E. A. Izotova, G. S. Fominykh // Technical regulation in transport construction. – 2021. – No. 4 (49). – Pp. 171-178.

2. Kalinichenko, R. V. Dewatering and dewatering as a method of preliminary drainage of the territory of the Academician Sakharov Park in St. Petersburg / R. V. Kalinichenko, K. S. Semenova, O. V. Kablukov // Nature Engineering. – 2022. – No. 5. – Pp. 36-44. – DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44.

3. Kalinichenko, R. V. Calculation of the stability of receiving and manholes of drainage systems / R. V. Kalinichenko, M. V. Klimakhina, K. B. Shumakova // Melioration and water management. – 2022. – No. 6. – Pp. 36-40. – DOI 10.32962/0235-2524-2022-6-36-40.

4. Kriulin, K. N. Drainage systems. Landscaping. – St. Petersburg: «Green Arrow», 2021. – 140 p.

5. Reclamation and water management. Drainage: Handbook / Ed. Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences B. S. Maslov. – M .: «Association Ecost», 2021. – 606 p.

6. SP 43.13330.2012 Constructions of industrial enterprises. Updated edition of SNiP 2.09.03-85. – Input. 2013-01-01. URL: https://library.fsetan.ru/doc/sp-43133302012-sooruzheniya-promyishlennyih-predpriyatij-aktualizirovannaya-redaktsiya-snip-20903-85/

7. SP 35.13330.2010. Bridges and pipes. Updated edition of SNiP 3.06.04. – Introduced on 2013-01-01. – URL: https://www.mos.ru/upload/documents/files/5886/SP46133302012.pdf

8. SP 22.13330.2016. Foundations of buildings and structures. Updated edition of SNiP 2.02.01-83. – Input. 2017-07-01. URL: https://docs.cntd.ru/document/456054206

9. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. Updated version of SNiP 2.01.07-85*. – Entered: 2017-06-04. – URL: http://sniprf.ru/sp20-13330-2016

10. TSN 50-302-2004. Territorial building codes. Design of foundations for buildings and structures in St. Petersburg. – Input. 2004-10-01. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200036747

11. Chichelov, V. A. Scientific and practical bases for ensuring the strength and stability of gas pipelines in difficult engineering-geological conditions: abstract. dis. doc. tech. sci. – Ufa, 2007. – 46 p.

12. Hydraulic Engineering at the Tipon Royal Compound (peru) // Water (Swttzerland). – 2022. – No. 14 (1). – P. 102.

РЕГИОНИНВЕСТАГРО
основано 2003

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

(восстановления из навоза)

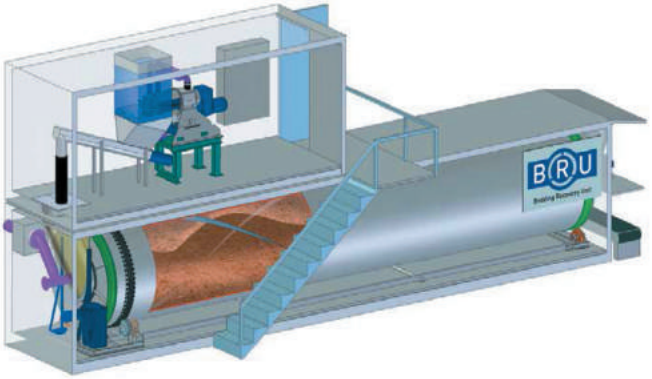
ПОДСТИЛКИ ДЛЯ КРС

BRU (Германия)

на правах рекламы

Преимущества производства подстилочного материала из навоза установками BRU:

- Анаэробный процесс переработки навоза уменьшает содержание возбудителей мастита и способствует сохранению родной микрофлоры
- Увеличение надоев
- Экономия средств на покупку подстилочного материала
- Снижение затрат на переработку/утилизацию навоза
- Простота переработки и утилизации
- Стабильное качество подстилки



Процесс производства подстилочного материала автоматизирован и может осуществляться непрерывно 24 часа в сутки

Возможна поставка установок BRU на 1 000 и 2 000 голов КРС

г. Волгоград, ул. Новороссийская, 5.
Тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30
www.riagro.ru e-mail.vasilyuk@riagro.ru

УДК 630*617 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-7

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ ТУАПСИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

ASSESSMENT OF RECREATIONAL FORESTS OF TUAPSA FOREST

И. В. Воскобойникова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6864-5185,
В. Е. Чулков, аспирант, i-vos@inbox.ru,
ORCID: 0009-0005-7109-319X,
Е. Ю. Матвиенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6767-315X,
Н. Б. Бобровская, аспирант, i-vos@inbox.ru,
ORCID: 0009-0009-3055-6708

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация

I. V. Voskoboynikova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6864-5185,
V. E. Chulkov, PhD student, i-vos@inbox.ru,
ORCID: 0009-0005-7109-319X,
E. Yu. Matvienko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6767-315X,
N. B. Bobrovskaya, postgraduate student, i-vos@inbox.ru,
ORCID: 0009-0009-3055-6708

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation

В статье представлен анализ состояния рекреационных лесов «Лесопарка Кадош», расположенного на территории Туапсинского лесничества. Целью данной работы является определение состояния рекреационных насаждений в процессе их эксплуатации рекреантами и туристами. На территории Туапсинского лесничества имеются разнообразные особо охраняемые территории, однако как по площади, так и по количеству памятников природы лидирующее положение занимают лесопарки, основным из которых является «Лесопарк Кадош». При анализе контролем служили девственные леса, сохранившиеся на склонах круче 25-30º, где затруднена хозяйственная деятельность и бездорожная рекреация. Для сравнения были подобраны участки лесов, расположенные вблизи активно используемых рекреационных зон. Результаты рекреационной оценки исследуемых лесов показали, что девственные леса представлены закрытыми вертикально и горизонтально сомкнутыми ландшафтами, имеющими итоговые баллы рекреационных оценок «отлично» и «хорошо». Леса, подверженные интенсивным рекреационным нагрузкам, представлены закрытыми как горизонтально, так и вертикально сомкнутыми ландшафтами. Их эстетическая и санитарно-гигиеническая оценка равна 3-м баллам (за исключением кв. 109Б, выд. 18) в связи с захламлённостью 5 м^3/га и более. Устойчивость этих насаждений, как правило, утрачена или нарушена (кв. 119Б, выд. 20). Итоговая оценка этих насаждений колеблется от 18 (удовлетворительно) до 54 (неудовлетворительно). Следует отметить, что отдельные насаждения имеют отличную итоговую оценку (кв. 109Б, выд. 18). Анализируя состояние растительности лесопарка, можно сделать вывод, что девственные леса представлены, как правило, разновозрастными продуктивными высокополнотными насаждениями I-III

The article presents an analysis of the state of the recreational forests of the Kadosh Forest Park, located on the territory of the Tuapse forestry. The purpose of this work is to determine the state of recreational plantings in the process of their operation by recreants and tourists. On the territory of the Tuapse forestry there are various specially protected areas, however, both in terms of area and the number of natural monuments, forest parks occupy a leading position, the main of which is the Kadosh Forest Park. In the analysis, virgin forests preserved on slopes steeper than 25-30º served as control, where economic activity and roadless recreation are difficult. For comparison, forest areas located near actively used recreational areas were selected. The results of the recreational assessment of the studied forests showed that the virgin forests are represented by closed vertically and horizontally closed landscapes, which have the final points of recreational assessments of «excellent» and «good». Forests subject to intensive recreational loads are represented by closed, both horizontally and vertically closed landscapes. Their aesthetic and sanitary-hygienic rating is equal to 3 points (except for block 109B, section 18) due to clutter of 5 m3/ha or more. The stability of these plantations, as a rule, is lost or disturbed (block 119B, section 20). The final assessment of these plantations ranges from 18 (satisfactory) to 54 (unsatisfactory). It should be noted that individual stands have an excellent final score (109B, section 18). Analyzing the state of the vegetation of the forest park, we can conclude that virgin forests are represented, as a rule, by uneven-aged productive high-density plantations of I-III bonitet classes (with the exception of block 120, section 4), belonging to groups of types very dry oak oak forests, dry oak oak forests and fresh oak oak forests, closed both vertically and horizontally closed landscapes

классов бонитета (за исключением квартала 120, выд. 4), относящимися к группам типов очень сухие дубняки дуба скального (ОСДС), сухие дубняки дуба скального (СХДС) и свежие дубняки дуба скального (СВДС), закрытым как вертикально, так и горизонтально сомкнутым ландшафтам с отличной и хорошей рекреационной оценкой. Вблизи рекреационных объектов в аналогичных группах типов лесов (II-V классов бонитета) могут формироваться закрытые горизонтально сомкнутые ландшафты с плохим санитарным состоянием, нарушенной или утраченной биологической устойчивостью и удовлетворительной (или неудовлетворительной) итоговой рекреационной оценкой.

with excellent and good recreational assessment. In the vicinity of recreational facilities in similar groups of forest types (II-V bonus classes), closed horizontally closed landscapes with poor sanitary condition, impaired or lost biological stability and a satisfactory (or unsatisfactory) final recreational assessment can be formed.

Ключевые слова: памятник природы; лесопарк; ландшафтная таксация; девственные леса; леса, затронутые рекреационной деятельностью.

Key words: natural monument, forest park, landscape valuation, virgin forests, forests affected by recreational activities.

Введение. Наиболее важная роль лесных массивов Туапсинского лесничества заключается в выполнении ими горнозащитных, почвозащитных, водоохранных, климатических и бальнеологических функций. Горные леса накапливают и сохраняют влагу, при избыточном увлажнении переводят поверхностный сток во внутренний, давая начало многочисленным ручьям, горным речкам, формируют микроклимат на склонах различных экспозиций. Велика противоэрозионная роль горных лесов. Лесные массивы Туапсинского лесничества протянулись полосой по побережью Чёрного моря, чередуясь с территориями посёлков и здравниц. В целом леса Туапсинского лесничества имеют большое значение для района со сложными горноклиматическими условиями. Одними из важнейших функций, выполняемыми лесами лесничества, являются бальнеологическая и рекреационная. По побережью, в окружении государственного лесного фонда Туапсинского лесничества, расположены дома отдыха, санатории, детские лагеря, турбазы, кемпинги для автотуристов, пансионаты, гостиницы. Здесь же проходит оживлённая федеральная автомобильная дорога А-147 «Джубга - Сочи - граница с Республикой Абхазия», являющаяся местом массового туризма и отдыха. Каждый год огромное количество отдыхающих устремляется на побережье. Люди посещают леса Туапсинского лесничества для отдыха и туризма, а также в познавательных (научных) целях. В связи с этим лесные массивы, примыкающие непосредственно к морю и рекам, испытывают повышенную рекреационную нагрузку, особенно в курортный сезон. Это обстоятельство требует разумного и правильного ведения лесного хозяйства и бережного отношения людей (отдыхающих и туристов) к природе. Данным лесным участкам присвоен статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) с выделением памятников природы (ПП). Для рационального (интенсивного) их использования необходимо изучение и постоянный мониторинг состояния лесов ООПТ Туапсинского лесничества с целью сохранения и неистощительного их использования. Исследование рекреационного потенциала лесов Причерноморья проводилось многими авторами [1-6, 8-12], однако изучения ООПТ Туапсинского лесничества с анализом их рекреационных оценок было недостаточно. Поэтому целью нашей работы явилось изучение рекреационного потенциала и анализ состояния рекреационных лесов Туапсинского лесничества, разработка методов их сохранения и неистощительного использования.

Материалы и методы. На территории Туапсинского лесничества (Небугского и Георгиевского участковых лесничеств) выделены ООПТ регионального значения, общая площадь которых составляет 2641,61 га [7]. ПП образованы на основании:

- решения Краснодарского крайисполкома от 14.09.1983 г., № 488;
- решения Краснодарского крайисполкома от 14.07.1988 г., № 326;
- распоряжения главы администрации Краснодарского края от 24.05.2001 г. № 546-Р.

Перечень ПП Краснодарского края, расположенных на территории Тупасинского лесничества, приводится ниже [7]:

- ландшафтные: бассейн рек Азугун, Хашепс, Подлысая, участок долины реки Паук, дендропарк;
- водные: водопад у села Красное, два сероводородных источника, Озеро Хыжи, Родник Целебный;
- геологические: Обнажения Агойского перевала, Скала Киселева, Скала Тренировочная, Скальное море, Ущелье Волчьи Ворота;
- комплексные: Березовая роща, Гора Два Брата, Гора Индюк, Ручей

Таблица 1 – **Характеристика памятников природы**

№№ п/п	Наименование лесничества	Наименование муниципального образования	Кол-во, шт.	S, га	Профиль
1	Туапсинское	Туапсинский	4	35.193	Водный
2	Туапсинское	Туапсинский	3	1016.09	Ландшафтный
3	Туапсинское, Пшишское	Туапсинский	8	1155.5453	Комплексный
4	Туапсинское	Туапсинский	12	504.9365	Ботанический
5	Туапсинское	Туапсинский	5	28.844	Геологический
Итого:			32	2641,61	

Пеус, Ручей Тисовый, Ущелье реки Бешеной, Черный камень, Ущелье реки Де-Де;

- ботанические: Лесопарк Варваринка, Лесопарк Кадош, Тисовая роща, Роща пихтово-буковая, Роща ореха грецкого, Сосна крымская, Дуб великан, одиночные дубы-долгожители.

В данных таблицы 1 представлены сведения, характеризующие ПП Туапсинского лесничества.

Анализируя данные таблицы 1, можно заключить, что на территории Туапсинского лесничества как по количеству объектов, так и по занимаемой этими объектами площади наиболее представлены комплексный и ботанический профили памятников природы. ПП комплексного профиля состоят из отдельных насаждений, насаждений по берегам ущелий и ручьёв, а также на склонах гор. ПП ботанического профиля по своему составу близки к ПП комплексного профиля (состав их представлен лесопарками, рощами и одиночными древесными растениями-долгожителями). Поэтому в качестве объекта исследований нами был выбран «Лесопарк Кадош» как наиболее типичный представитель ПП ботанического профиля. «Лесопарк Кадош» находится на северо-западной окраине г. Туапсе на мысе Кадош, в 4 км от г. Туапсе, между Агойским перевалом, устьем реки Паук и скалами «Мышиные норки». Площадь памятника природы: 269,30 га. На территории лесопарка зафиксирована высокая рекреационная нагрузка. Ведётся добыча строительных материалов, строительство коттеджей, другая хозяйственная деятельность. К ПП примыкают курортные и портовые комплексы. Растительность ПП представлена смешанными широколиственными лесами из дуба скального и пушистого с примесью грабинника, скумпии, кизила, жасмина, жимолости и др. Сухость лета определяет ксерофитный характер растительности. Встречаются растительные сообщества, близкие к средиземноморским – шибляк, фригана.

Нами в 2020-2021 гг. проведена оценка рекреационных лесов на территории «Лесопарка Кадош» по методике [6] с использованием таксационных описаний лесов Туапсинского лесничества [7]. Рекреационную оценку исследуемых лесов проводили при ландшафтной таксации, эстетическую, санитарно-гигиеническую и рекреационную оценку лесов определяли по шкалам ВО «Леспроект», а их биологическую оценку – по шкале МЛТИ. Итоговую рекреационную оценку выделов находили перемножением классов (баллов) каждой шкалы. Общая оценочная шкала выглядит следующим образом (В. М. Ивонин, Н. Д. Пеньковский, 2003): отлично – до 4 баллов; хорошо – от 5 до 16; удовлетворительно – от 17 до 36; неудовлетворительно – более 36 баллов. Тип ландшафта определяли по шкале ВО «Леспроект».

Результаты и обсуждение. При анализе контролем служили девственные леса, сохранившиеся на склонах круче 25-30°, где затруднена хозяйственная деятельность и бездорожная рекреация. Для сравнения были подобраны участки лесов, расположенные вблизи активно используемых рекреационных зон (таблица 2).

Анализ данных таблицы 2 показывает, что в группах очень сухих, сухих и

Таблица 2 – **Таксационные характеристики типичных лесов лесопарка**

Кв.; выд. площадь, га	Состав, характеристика склона; группа типов леса; бонитет; полнота	Элемент леса	Возраст, лет	Средние Н, м	Средние d, см	Запас, дес. м³/га
Девственные леса (контроль)						
108Б;1/2,6	10ДС; АЗЛ, редкий; склон ЮВ, 30°; СХДС; III, 0,8	ДС	65	15	20	20
110Б;16/2.8	7ДНС1БК2Г; подлесок АЗЛ, СВД, густой; склон СЗ; 31°; СХДС; II; 0,6	ДНС БК Г	110 110 110	18 19 18	32 32 28	18,9
110Б;13/1,6	4БК2ДС2БК2Г; подлесок АЗЛ, редкий; склон С, 25°; СВБК; III; 0,6	БК ДС БК Г	130 130 75 90	22 22 17 19	40 40 24 26	13,2 7,2 7,4 7,4
115Б;23/0,7	7Г2ДС1КЛБ; подлесок КЗЛ, СВД, ср. густоты; Ю, 25°; СВДС; I; 0,6	Г ДС КЛБ	90 130 90	23 24 23	30 40 28	20 22
120Б;4/2,9	8ДНС2БК; подлесок КЗЛ, СКУ, БЯР, ср. густоты; склон В, 31°; ОСДС; IV; 0,6	ДНС БК	105 105	11 13	30 20	18,4
Леса, подверженные интенсивным рекреационным нагрузкам						
109Б;16/3,6	10ДНС; подлесок АЗЛ, КЗЛ, БЯР, редкий; склон СЭ, 10°; СХДС; II; 0,7	ДНС	110	17	28	18,0
109Б;18/7.3	10ДНС; склон СЗЭ, 20°; СХДС; IV; 0,7	ДНС	140	19	36	23,0
110Б;11/6,2	10ДНС; склон Ю, 15°; ОСДС; V; 0,7	ДНС	130	16	32	10,5
115Б;17/2,2	8ДС2БК; подлесок АЗЛ редкий; склон СЗ, 20°; СХДС; IY; 0,6	ДС БК	100 100	20 20	28 32	9,0
119Б;20/4,1	7ДС1БК2Г; подлесок АЗЛ, СВД, ср.густоты; склон С, 10°; СВДС; III; 0,6	ДС БК Г	130 130 90	24 24 23	40 40 32	12,7

Примечание: ДС – дуб скальный; ДНС – дуб скальный низкоствольный; БК – бук восточный; Г – граб кавказский; КЛБ – клён белый; АЗЛ – азалия; КЗЛ – кизил; СКУ– скумпия; СВД – свидина; БЯР – боярышник

свежих дубняков (ОСДС, СХДС и СВДС) к возрасту 65 лет в девственных лесах дуб достигает 15 м в высоту и 20 см в диаметре; к 100-105 годам дуб достигает средней высоты 11-20 м (причём незначительная высота 11-13 м наблюдается в насаждениях, произрастающих в очень сухих условиях), среднего диаметра 32-40 см; к 130 годам средняя высота дуба варьирует от 22-25 м (высота дуба скального низкоствольного колеблется от 16 до 19 м), среднего диаметра 32-40 см.

Бук к возрасту 75 лет имеет следующие показатели: 17 м в высоту и 24 см в диаметре. К возрасту 100-110 лет достигает 13-20 м в высоту и 20-32 см в диаметре (причём наименьшие показатели зафиксированы у бука в очень сухих условиях произрастания). К 130 годам эти показатели составляют от 16 до 24 м и от 32 до 40 см соответственно. К возрасту 90 лет граб достигает 19-23 м в высоту и 26-32 см в диаметре, и только на пробе в квартале 110Б, выд. 16 к 110 годам граб имеет показатели 18 м и 28 см соответственно. Причём обнаружено, что по этим показателям значения несколько снижены в лесах, затронутых интенсивной хозяйственной и рекреационной деятельностью по сравнению с девственными лесами. Следует также отметить, что в девственных лесах присутствует подлесок, определяющий тип леса. В затронутых разнообразной деятельностью лесах подлесок угнетён либо отсутствует вовсе (за исключением пробы в квартале 119Б, выд. 20 (условия произрастания свежие дубняки дуба скального). В девственных лесах буковый подрост (квартал 110, выд. 13) имеет следующие характеристики: состав – 10 БК; количество – 1,0 тыс. шт./га; Н – 3 м. На пробах в квартале 108, выд. 1 и квартале 110, выд. 16 имеется подрост дуба скального с характеристиками: состав 10ДС; количество 4,0 и 3,0 тыс. шт./га соответственно; Н – 0,2 м. На остальных пробах подрост отсутствует. В лесах, затронутых хозяйственной и рекреационной деятельностью, жизнеспособный подрост (10ДС; возраст – 2 года; высота – 0,2 м), количество: квартал 109, выд. 16 – 4,0 тыс. шт./га; квартал 109, выд. 18 – 4,0 тыс. шт./га; квартал 110, выд. 11 – 3,0 тыс. шт./га; квартал 115, выд.17 – 5,0 тыс. шт./га. На пробе в квартале 119, выд. 20 подрост отсутствует.

Результаты рекреационной оценки исследуемых лесов показали (таблица 3), что девственные леса представлены закрытыми вертикально и горизонтально сомкнутыми ландшафтами, имеющими итоговые баллы рекреационных оценок «отлично» и «хорошо». Причём снижение итоговой оценки до «хорошей» (8-12 баллов) произошло за счёт снижения рекреационной оценки выделов до балла 3, в результате ограниченного или затруднительного передвижения рекреантов на склонах крутизной более 30^0.

Леса, подверженные интенсивным рекреационным нагрузкам, представлены закрытыми как горизонтально, так и вертикально сомкнутыми ландшафтами. Их эстетическая и санитарно-гигиеническая оценка равна 3-м баллам (за исключением кв. 109Б, выд. 18) в связи с захламлённостью 5 $м^3$/га и более. Устойчивость этих насаждений, как правило, утрачена или нарушена (кв. 119Б, выд. 20). Итоговая оценка этих насаждений колеблется от 18 (удовлетворительно) до 54 (неудовлетворительно). Следует отметить, что отдельные насаждения имеют отличную итоговую оценку (кв. 109Б, выд. 18).

Заключение. Таким образом, девственные леса лесопарка «Кадош» представлены, как правило, разновозрастными продуктивными высокополнотными насаждениями I-III классов бонитета (за исключением квартала 120, выд. 4), относящимися к группам типов ОСДС, СХДС и СВДС, закрытым как вертикально, так и горизонтально сомкнутыми ландшафтами с отличной и хорошей рекреационной оценкой. Вблизи рекреационных объектов в аналогичных группах типов лесов (II-V классов бонитета) могут формироваться закрытые горизонтально сомкнутые ландшафты с плохим санитарным состоянием, нарушенной или утраченной биологической устойчивостью и удовлетворительной (или неудовлетворительной) итоговой рекреационной оценкой.

Таблица 3 – **Рекреационная оценка типичных буковых лесов**

Кв.; выд. площадь, га	Тип ландшафта	Оценочный балл				Балл итоговой оценки
		эстетический	санитарно-гигиенический	биологической устойчивости	рекреационный	
Девственные леса (контроль)						
108Б;1/2,6	1.1. Закрытый горизонтально сомкнутый	1	2	2	2	8
110Б;16/2.8	1.2. Закрытый вертикально сомкнутый	1	1	1	2	2
110Б;13/1,6	1.1. Закрытый горизонтально сомкнутый	2	1	2	3	12
115Б;23/0,7	То же	1	1	1	3	3
120Б;4/2,9	1.2. Закрытый вертикально сомкнутый	1	2	2	3	12
Леса, подверженные интенсивным рекреационным нагрузкам						
109Б;16/3,6	1.2. Закрытый вертикально сомкнутый	3	3	2	2	36
109Б;18/7.3	1.1. Закрытый горизонтально сомкнутый	1	2	1	2	4
110Б;11/6,2	1.2. Закрытый вертикально сомкнутый	3	3	2	2	36
115Б;17/2,2	1.1. Закрытый горизонтально сомкнутый	3	3	3	2	54
119Б;20/4,1	То же	3	3	2	1	18

Библиографический список

1. Асатрян, А. А. Ассортимент растительности особо охраняемых природных территорий Туапсинского района на примере лесопарков «Кадош» и «Варваринка» / А. А. Асатрян, И. В. Воскобойникова // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. интернет-конфер., г. Новочеркасск, 2021.

2. Рекреационная оценка буковых лесов Красной Поляны (г. Сочи) / И. В. Воскобойникова. – Оптимизация агроландшафтов, проблемы и перспективы развития агролесомелиорации и защитного лесоразведения. Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт. – 2004. – С. 187-191.

3. Горшенин, Н. М. Эрозия горных лесных почв и борьба с ней: моногр. / Н. М. Горшенин. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 128 с.

4. Научно обоснованные рекомендации по рекреации в защитных лесах Северного Кавказа / В. М. Ивонин, Э. Н. Богданов, Н. С. Федосеева [и др.] // Новочеркасск, 2006. – 24 с.

5. Рекомендации по осуществлению рекреационной деятельности в лесах Западного Кавказа / В. М. Ивонин, И. В. Воскобойникова, Н. Д. Пеньковский, А. А. Багдасарян. – Новочеркасск, 2015. – 42 с.

6. Ивонин, В. М. Лесомелиорация ландшафтов. Научные исследования / В. М. Ивонин, Н. Д. Пеньковский // Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – 150 с.

7. Лесохозяйственный регламент Туапсинского лесничества Краснодарского края / Краснодар, 2017. – С. 344.

8. Петров, В. Н. О совершенствовании классификации эрозии почв и понятийного аппарата эрозиоведения / В. Н. Петров // Современные аспекты изучения эрозионных процессов. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 24-28.

9. Солнцев, Г. К. Определение допустимых рекреационных нагрузок в лесах Черноморского побережья Кавказа / Г. К. Солнцев, Б. Я. Харитоненко, Л. Г. Король [и др.] // Интенсификация лесохозяйственного производства Северного Кавказа: тез. докл. науч.-практ. конф., г. Сочи, 13-15 апреля 1988 г. Краснодар, 1988. – С. 65-66.

10. Kupka, I. Recreational Load as a Driving Variable for Urban Forests // J. For. Sci. – 2006. – Vol. 52. – Pp. 324-328.

11. O`Brien, B. Our National Parks and the Search for Sustainability // USA, Texas, Austin, 1999. – 247 p.

12. Sievänen, T. Social Indicators in the Forest Sector in Northern Europe: A Review focusing on Nature-based Recreation and Tourism / T. Sievänen, D. Edwards, P. Predman [et al.] // Norway, Copenhagen, 2013. – 136 p.

Bibliographic list

1. Asatryan, A. A. Assortment of vegetation of specially protected natural areas of the Tuapse region on the example of forest parks «Kadosh» and «Varvarinka» / A. A. Asatryan, I. V. Voskoboynikova // Reclamation as a driver for the modernization of the Agro-industrial complex in the context of climate change: Materials of the 2 International Scientific and Practical Internet Conference, Novocherkassk, 2021. – Pp. 128-134.

2. Recreational assessment of beech forests of Krasnaya Polyana (Sochi) / I. V. Voskoboinikova. – Optimization of agricultural landscapes, problems and prospects for the development of agroforestry and protective afforestation. All-Russian Research Institute of Agroforestry. – 2004. – Pp. 187-191.

3. Gorshenin, N. M. Erosion of mountain forest soils and its control: monograph. / N. M. Gorshenin. – M.: Timber industry, 1974. – 128 p.

4. Ation in the protective forests of the North Caucasus / V. M. Ivonin, E. N. Bogdanov, N. S. Fedoseeva [et al.] // Novocherkassk, 2006. – 24 p.

5. Recommendations for the implementation of recreational activities in the forests of the Western Caucasus / V. M. Ivonin, I. V. Voskoboynikova, N. D. Penkovsky, A. A. Bagdasaryan. – Novocherkassk, 2015. – 42 p.

6. Ivonin, V. M. Forest reclamation of landscapes. Scientific research / V. M. Ivonin, N. D. Penkovsky // Rostov-on-Don: Publishing house of the North Caucasian Scientific Center of the Higher School, 2003. – 150 p.

7. Forestry regulation of the Tuapse forestry of the Krasnodar Territory / Krasnodar, 2017. – P. 344.

8. Petrov, V. N. On improving the classification of soil erosion and the conceptual apparatus of erosion studies / V. N Petrov // Modern aspects of the study of erosion processes. – Novosibirsk: Nauka, 1980. – Pp. 24-28.

9. Solntsev, G. K. Determination of permissible recreational loads in the forests of the Black Sea coast of the Caucasus / G. K. Solntsev, B. Ya. Kharitonenko, L. G. Korol [et al.] // Intensification of forestry production in the North Caucasus: abstracts. report scientific-practical. conf., Sochi, April 13-15, 1988. – Krasnodar, 1988. – Pp. 65-66.

10. Kupka, I. Recreational Load as a Driving Variable for Urban Forests // J. For. sci. – 2006. – Vol. 52. – Pp. 324-328.

11. O'Brien, B. Our National Parks and the Search for Sustainability // USA, Texas, Austin, 1999. – 247 p.

12. Sievänen, T. Social Indicators in the Forest Sector in Northern Europe: A Review focusing on Nature-based Recreation and Tourism / T. Sievänen, D. Edwards, P. Predman [et al.] // Norway, Copenhagen, 2013 . – 136 p.

УДК 630.41 DOI: 10.35809/2618-8279-2023-3-6

РОСТ И РАЗВИТИЕ СОСНЫ КРЫМСКОЙ (PINUS PALLASIANA) В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОЧЕРКАССКА)

GROWTH AND DEVELOPMENT OF CRIMEAN PINE (PINUS PALLASIANA) IN URBAN CONDITIONS (BY THE EXAMPLE OF NOVOCHERKASSK)

Н. Б. Бобровская, аспирант, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0009-0009-3055-6708,
Е. Ю. Матвиенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6767-315X

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация

N. B. Bobrovskaya, PhD student, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0009-0009-3055-6708,
E. Yu. Matvienko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, i-vos@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-6767-315X

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A.K. Kortunov – branch of the federal state budgetary educational institution of higher education «Don State Agrarian University», Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation

В связи с необходимостью сохранения и создания комфортных условий для человека в городской черте, а также создания высокодекоративных насаждений, нами был проведён анализ состояния деревьев сосны крымской в условиях г. Новочеркасска, как абсолютного рекордсмена по доле участия в городских насаждениях. Необходимо было определить степень адаптации сосны крымской к городским условиям, а также изучить её рост и развитие. С целью выполнения поставленных научных задач на территории города Новочеркасска нами были отобраны объекты исследований – садово-парковые насаждения разного типа (группы, аллеи, массивы) с участием сосны крымской. По общепринятой методике были определены средние таксационные показатели, возраст, определялись категория состояния деревьев, их эстетическая оценка, морозостойкость, засухоустойчивость, плодоношение и степень адаптации. После полевых исследований велась камеральная обработка данных. Для оценки достаточности количества наблюдений и достоверности полученных результатов основные материалы были подвергнуты математической обработке с расчётом коэффициента вариации, ошибки среднего арифметического значения и точности опыта. На основании проведённых исследований нами было доказано, что сосна крымская успешно адаптирована к местным условиям – сумма баллов составляет 25-26. В итоге установлено, что изменения средних таксационных показателей носят линейный характер и характеризуются высокой (от 0,7 до 0,9) и очень высокой (от 0,9 до 1) силой связи. Таким образом, можно сделать вывод, что сосна крымская успешно растёт и развивается в условиях урболандшафта г. Новочеркасска.

Ключевые слова: адаптация, сосна крымская, городские насаждения, хвойные растения, среднетаксационные показатели, категория состояния.

In connection with the need to preserve and create comfortable conditions for a person in the city, as well as to create highly decorative plantations, we analyzed the state of Crimean pine trees in the conditions of Novocherkassk, as an absolute champion in terms of the share of participation in urban plantations. It was necessary to determine the degree of adaptation of the Crimean pine to urban conditions, as well as to study its growth and development. In order to fulfill the set scientific tasks on the territory of the city of Novocherkassk, we selected research objects - garden and park plantings of various types (groups, alleys, massifs) with the participation of Crimean pine. According to the generally accepted methodology, average taxation indicators, age were determined, the category of tree condition, their aesthetic assessment, frost resistance, drought resistance, fruiting and degree of adaptation were determined. After field research, office data processing was carried out. To assess the sufficiency of the number of observations and the reliability of the results obtained, the main materials were subjected to mathematical processing with the calculation of the coefficient of variation, the error of the arithmetic mean and the accuracy of the experiment. On the basis of the conducted research, we have proved that the Crimean pine is successfully adapted to local conditions – the total score is 25-26. As a result, it was found that the change in average taxation indicators is linear and characterized by high (from 0.7 to 0.9) and very high (from 0.9 to 1) connection strength. Thus, we can conclude that the Crimean pine successfully grows and develops in the urban landscape of Novocherkassk.

Key words: adaptation, Crimean pine, urban plantations, coniferous plants, average taxation indicators, condition category.

Введение. Важнейшим направлением современного преобразования среды является озеленение городов, а именно сохранение и создание комфортной среды для человека. Композиционный подбор растительного материала должен обеспечивать присутствие в городском ландшафте высокодекоративных насаждений. Хвойным растениям свойственно сохранять свои декоративные признаки круглогодично. В связи с чем им отводится ключевая роль в формировании декоративного каркаса насаждений.

Из хвойных пород сосна крымская является абсолютным рекордсменом по доле участия в городских насаждениях, но с учётом воздействия внешних факторов городской среды на рост и развитие деревья отличаются неоднородностью по внешним признакам. Ключевая роль сосны крымской в озеленении городов степной зоны вызывает необходимость детальных исследований её состояния и адаптации к условиям сухой степи. Оценка степени адаптации сосны крымской к условиям городской агломерации проводилась многими авторами [3, 9, 10], однако подобных исследований на территории города Новочеркасска Ростовской области было недостаточно. Это и обуславливает новизну наших исследований. Целью нашей работы являлась оценка степени адаптации сосны крымской к городским условиям г. Новочеркасска, изучение её возрастной динамики.

Задачи исследований:

1) определить степень адаптации к местным условиям;

2) изучить рост и состояние насаждений с участием сосны крымской в разном возрасте;

3) установить изменение параметров кроны сосны крымской с возрастом.

С целью выполнения поставленных научных задач на территории г. Новочеркасска нами были отобраны объекты исследований – садово-парковые насаждения разного типа (группы, аллеи, массивы) с участием сосны крымской. По климатическим условиям район города Новочеркасска находится в полуаридной зоне юга европейской части России, в западной провинции недостаточного увлажнения с умеренно-континентальным климатом [10]. Преобладающим является восточный ветер [6]. Согласно данным Агроклиматических ресурсов Ростовской области, климат засушливый, недостаточно жаркий [1]. Учитывая тот факт, что климатические данные с 1994 г. поменялись, уместно рассмотреть значения климатических показателей за период исследований (2020-22 гг.) и их отличие от среднемноголетних.

Таблица 1 – **Сравнительная таблица среднемноголетних климатических показателей и данных за период 2020-2022 гг.**

Метеорологические показатели	Средние многолетние данные	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Средняя годовая температура воздуха, ^{0}C	8,6	10,37	9,2	11,4
Абсолютный максимум температуры воздуха, ^{0}C	38	39,6	37,7	38,6
Абсолютный минимум температуры воздуха, ^{0}C	-33	-20,5	-25,5	-13,6
Годовое количество осадков, мм	497	-	547,4	517,5
Средняя годовая относительная влажность воздуха, %	72	-	69,99	70,46
ГТК	0,8	0,47	0,47	0,5

Из таблицы 1 следует, что вегетационные периоды 2020-2022 гг. существенно отличаются от среднемноголетних в сторону потепления климата, с некоторым увеличением показателя температуры влажности воздуха и осадков.

Материалы и методы. Схема расположения объектов исследований приведена на рисунке 1. К ним относятся: пересечение пр. Баклановский и 26-ти Бакинских Комиссаров (ПП № 1), «Космос» (ПП № 2), пр. Баклановский (ПП № 3), пер. Магнитный (ПП № 4), автозаправочная станция ТНК (ПП № 5), автозаправочная станция ТНК 2 (ПП № 6), район НЭВЗа (ПП № 7), пр. Платовский (ПП № 8), район автовокзала (ПП № 9), автозаправочная станция ТНК, на въезде в город (ПП № 10).

На каждом объекте исследовались параметры роста и развития, закладывались пробные площади с целью установления основных таксационных показателей: средней высоты, диаметра, густоты; размещения растений, санитарно-гигиенической и эстетической оценки. После полевых исследований велась камеральная обработка данных. Расчёт основных таксационных показателей осуществлялся по общепринятой в таксации методике: средний диаметр – через площадь сечения, средняя высота – графическим методом.

Для оценки достаточности количества наблюдений и достоверности полученных результатов основные материалы были подвергнуты математической обработке с расчётом коэффициента вариации, ошибки среднего арифметического значения и точности опыта. Математические зависимости и подбор уравнений регрессии выполнялись в программе Math.semestr.

Результаты и обсуждение. Сосна крымская, или Сосна Палласа (лат. Pinus pallasiana) – дерево высотой 20-30(35) м, в молодости с пирамидальной, а у старых деревьев с раскидистой или зонтичной кроной. Кора нижней части ствола тёмно-бурая, глубоко трещиноватая, верхней – красноватая, молодые побеги желтоватые [3]. Побеги жёлтые или желтовато-коричневые, блестящие; почки конические, острые, с коричневатыми чешуйками, склеенными смолой [2]. Хвои по 2 в пучке, колючие, несколько изогнутые, длиной 8-15(18) см. Тёмно-зелёная, очень плотная, по краю мелкопильчатая, хвоя густо покрывает ветви. Родина – горы Крыма до высоты 1000 м (преимущественно на южном склоне), северная часть Черноморского побережья Кавказа (около селения Архипо-Осиповка, Геленджикского района); в Малой Азии – Северная и Западная Анатолия [3].

Засухоустойчивая, светолюбивая порода, лучше всего развивается на открытых солнечных местах. Образует мощную стержневую корневую систему и поэтому хорошо противостоит ветрам. В городских условиях более дымостойка, чем сосна обыкновенная. По результатам исследований В. М. Горбока и Р. И. Дерюжкина по Ростовской области [4] установлено, что сосна крымская является устойчивой к местным неблагоприятным климатическим условиям (засуха, зимние перепады температур и др.), к вредителям, болезням и механическим повреждениям, обладая при этом хорошим ростом, развитием и долговечностью. Её репродуктивная способность подчеркивает высокую степень адаптации к данным условиям.

Ценность сосны крымской для посадок в городских условиях обусловлена также тем, что в составе продуцируемого ею эфирного масла преобладает α-пинен [8], который благоприятно влияет на оздоровление верхних дыхательных путей человека [7].

Важными показателями, характеризующими степень адаптации интроду-

цента к местным условиям, является его устойчивость к неблагоприятному воздействию окружающей среды. Такими показателями являются морозо- и зимостойкость, жаро- и засухоустойчивость и др. По результатам натурных исследований нами установлено, что сосна крымская является засухоустойчивой породой в условиях г. Новочеркасска, перенося без существенных повреждений +38,8 °С. По данным Е. Ю. Матвиенко [5], сосна крымская на Нижнем Дону способна переносить сильную летнюю жару при максимальной температуре +38 °С.

Степень адаптации вида к условиям среды определялась по методике В. А. Шутилова путём суммирования баллов, полученных на основе фенонаблюдений за морозостойкостью, засухоустойчивостью, цветением, плодоношением и репродуктивной способностью. По степени адаптации выделяют три группы видов: слабая адаптация (6-12 баллов), неустойчивая адаптация (13-19 баллов), хорошая адаптация (20-27 баллов) [9].

На основании полученных результатов исследований установлено, что сосна крымская полностью адаптирована к условиям г. Новочеркасска – 25-27 баллов (морозостойкость – 7 баллов, засухоустойчивость – 5 баллов, цветение – 4-5 баллов, плодоношение – 4-5 баллов, репродуктивная способность – 5 баллов).

Таким образом, на основании проведённых исследований нами было установлено, что сосна крымская успешно адаптирована к местным условиям – сумма баллов составляет 25-26.

Из приведённых данных видно, что до 42 лет увеличение средней высоты насаждений сосны крымской носит линейный характер и описывается уравнением y = 0,1593x + 2,6513, имеющим высокую степень корреляции: r =0.84 (рисунок 1).

Аналогичная картина просматривается и в изменении среднего диаметра деревьев. Уравнение имеет вид y = 0,6488x – 0,4242, а коэффициент корреляции составляет: r = 0,95 (рисунок 2).

Увеличение диаметра кроны также зависит от возраста (рисунок 3). Помимо этого, существует определённая взаимосвязь между средним диа-

Таблица 2 – **Результаты адаптации деревьев сосны крымской в условиях г. Новочеркасска**

Объект	Возраст	Показатели					Сумма баллов
		морозостойкость	засухоустойчивость	цветение	плодоношение	репр. спос.	
ПП №1	42	7	4	5	4	5	25
ПП №2	10	7	5	4	4	5	25
ПП №3	25	7	5	5	4	5	26
ПП №4	33	7	5	5	4	5	26
ПП №5	17	7	5	4	4	5	25
ПП №6	30	7	5	5	4	5	26
ПП №7	40	7	4	5	4	5	25
ПП №8	33	7	5	5	4	5	26
ПП №9	37	7	4	5	4	5	25
ПП №10	42	7	4	5	4	5	25

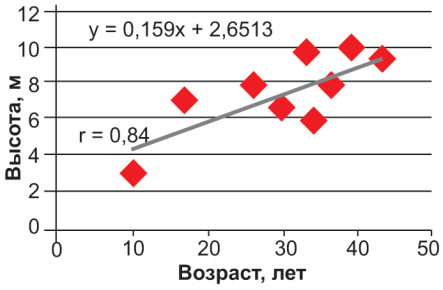


Рисунок 1– **График зависимости высоты от возраста дерева**

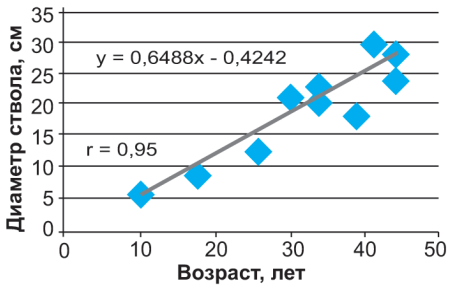


Рисунок 2 – **График зависимости среднего диаметра ствола от высоты дерева**

Таблица 3 – **Средние таксационные показатели деревьев на пробных площадях**

Объект исследования	Вид насаждения	Возраст, лет	Схема посадки, м	Кол-во, шт.	Средние таксационные показатели			Категория состояния	Эстетическая оценка	Сомкнутость полога
					высота, м	диаметр ствола, см	диаметр кроны, м			
ПП №1	группа	42	-	4	9,0±0,64	27,5±1,74	7,3±0,73	2	2	0,8
ПП №2	рядовая посадка	10	8,5×2	5	3,2±0,25	6,1±0,59	3,4±0,22	1	1-2	-
ПП №3	рядовая посадка	25	шаг посадки 7,5	12	7,4±0,46	14,4±1,45	6,0±0,39	2	2	0,6
ПП №4	рядовая посадка	33	3,2×4	24	9,7±0,34	20,9±0,92	6,1±0,42	3	4	0,8
ПП №5	группа	17	2×2	28	6,7±0,33	10,5±0,79	3,1±0,18	2	3	0,7
ПП №6	группа	30	-	4	6,5±0,47	20,9±1,2	5,4±0,23	2	2	0,6
ПП №7	4-х рядная посадка	40	5×2,5	86	9,9±0,32	28,9±0,83	7,2±0,2	2	3	0,8
ПП №8	2-х рядная посадка	33	3×4	26	6,0±0,92	23,1±1,16	6,1±0,29	2	1-2	0,7
ПП № 9	группа	37	-	16	8,3± 0,5	19,0±1,11	5,5 ±0,19	2	3	0,4
ПП № 10	3-х рядная посадка	42	3,5×4	15	9,2 ± 0,2	24,5± 1,9	6,4± 0,2	2	3	0,8

Таблица 4 – **Зависимость установленных параметров деревьев**

Параметры	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
Возраст и высота	y = 0,1593 x + 2,6513	0,84
Возраст и диаметр ствола	y = 0,6488 x – 0,4242	0,95
Возраст и диаметр кроны	y = 0,1376 x + 1,5274	0,94
Диаметр ствола и диаметр кроны	y = 0,1782x + 2,1455	0,92

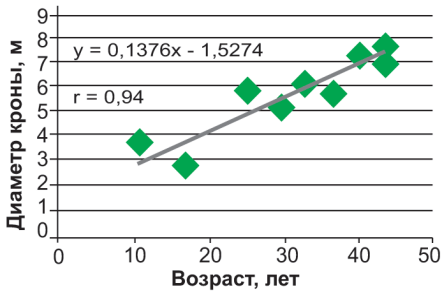


Рисунок 3 – **График зависимости диаметра кроны от возраста дерева**

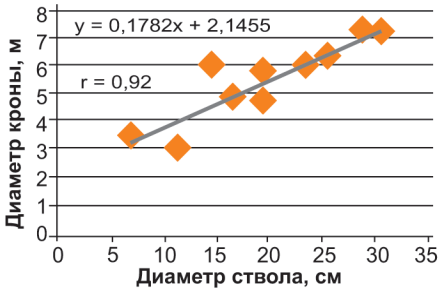


Рисунок 4 – **График зависимости диаметра кроны от диаметра ствола дерева**

метром ствола и средним диаметром кроны с возрастом (рисунок 4).

В таблице 4 наглядно показаны зависимости установленных параметров деревьев сосны крымской, произрастающих в условиях г. Новочеркасска.

Как следует из таблицы 4, изменение средних таксационных показателей носит линейный характер и характеризуется высокой (от 0,7 до 0,9) и очень высокой (от 0,9 до 1) силой связи. Таким образом, можно сделать вывод, что данный вид успешно растёт и развивается в условиях урболандшафта г. Новочеркасска.

Заключение. Изменение средних таксационных показателей носит линейный характер и характеризуется высокой (от 0,7 до 0,9) и очень высокой (от 0,9 до 1) силой связи. Можно сделать вывод, что сосна крымская успешно растёт и развивается в условиях урболандшафта г. Новочеркасска.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области: Справочник / Ленинград : Гидрометеоиздат, 1972. – 251 с.
2. Булыгин, Н. Е. Дендрология / Н. Е. Булыгин. – Ленинград : Агропромиздат, 1991. – 351с.
3. Восокобойникова, И. В. Дендрология. – Москва-Берлин, 2020. – 140 с.
4. Горбок, В. М. Хвойные породы в условиях Ростовской области / В. М. Горбок, Р. И. Дерюжкин; отв. ред. И. П. Коваль // Рост. гос. ун-т им. М. А. Суслова. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 1987. – 111 с.
5. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.
6. Матвиенко, Е. Ю. Зимостойкость и засухоустойчивость интродуцентов в условиях Ростовской области // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений.: Материалы Всеросс. (с международным участием) науч.-практ. конф. / СибГТУ. – Красноярск, 2000. – С. 63-64.
7. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Часть 3 «Ветер» / Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 334 с.
8. Турова, А. Д. Лекарственные растения СССР и их применение / М.: Медицина, 1974. – 424 с.
9. Состав эфирных масел некоторых кавказских и крымских видов сосны / А. И. Чернодубов, Р. Д. Колесникова, Р. И. Дерюжкин, В. Г. Латыш // Растительные ресурсы. – 1977. – Т. 13, вып. 2. – С. 436-443.
10. Биосистематическая характеристика коллекции деревьев, кустарников и лиан Камышинского дендрария ВНИАЛМИ. Биологические особенности, интродукция и селекция древесных пород для защитного лесоразведения: Сб. науч. тр. // Волгоград, 1983. – С. 82-92.
11. Экология Новочеркасска: проблемы, пути, решения / Л. М. Родионова, И. А. Богуш, Г. Н. Данилова [и др.] // Сев.-Кавк. науч. центр высш. шк., Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Ростов н/Д : Изд-во СКНЦВШ, 2001. – 409 с.
12. Theoretical concept of afaptive forest land reclamation of agricultural landscapes / V. M. Ivonin, I. V. Voskoboinikova, E. Yu. Matvienko // International journal of civil engineering and technology. – 2018. – Vol. 9. – No. 13. – Pp. 95-103.

Bibliographic list

1. Agroclimatic resources of the Rostov region: Directory / Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. – 251 p.
2. Bulygin, N. E. Dendrology / N. E. Bulygin. – Leningrad: Agropromizdat, 1991. – 351 p.
3. Vosokoboynikova, I. V. Dendrology. – Moscow-Berlin, 2020. – 140 p.
4. Gorbok, V. M. Coniferous species in the conditions of the Rostov region / V. M. Gorbok, R. I. Deryuzhkin; resp. ed. I. P. Koval // Rostov State University. – Rostov-on-Don: Publishing house Rost. university, 1987. – 111 p.
5. Kolesnikov, A. I. Decorative dendrology / A. I. Kolesnikov. – M.: Timber industry, 1974. – 704 p.
6. Matvienko, E. Yu. Winter hardiness and drought resistance of introduced plants in the conditions of the Rostov region // Fruit growing, seed production, introduction of woody plants.: Materials of All-Russian (with international participation) scientific and practical. conf. / SibSTU. – Krasnoyarsk, 2000. – Pp. 63-64.
7. Handbook on the climate of the USSR. Vol. 13. Part 3 «Wind» / L.: Gidrometeoizdat, 1967. – 334 p.
8. Turova, A. D. Medicinal plants of the USSR and their use / M.: Medicine, 1974. – 424 p.
9. Composition of essential oils of some Caucasian and Crimean pine species / A. I. Chernodubov, R. D. Kolesnikova, R. I. Deryuzhkin, V. G. Latysh // Plant Resources. – 1977. – Vol. 13, no. 2. – Pp. 436-443.
10. Biosystematic characteristics of the collection of trees, shrubs and lianas of the Kamyshin arboretum of All-Russian Research Agroforestry Reclamation Institute. Biological features, introduction and selection of tree species for protective afforestation: Collection of scientific works // Volgograd, 1983. – Pp. 82-92.
11. Ecology of Novocherkassk: problems, ways, solutions / L. M. Rodionova, I. A. Bogush, G. N. Danilova [et al.] // North Caucasian Scientific Center of higher school, South Russian State Technical University (NPI). – Rostov-on-Don : Publishing House of the North Caucasian Centre of Science of the Higher School. – 2001. – 409 p.
12. Theoretical concept of afaptive forest land reclamation of agricultural landscapes / V. M. Ivonin, I. V. Voskoboinikova, E. Yu. Matvienko // International journal of civil engineering and technology. – 2018. – Vol. 9. – No. 13. – Pp. 95-103.

Валерий Павлович ЛЯН,
глава КФХ

Морковь семенная

Большой полив для малого хозяйства

Крестьянско-фермерское хозяйство Лян В. П. было организовано в 1998 году. Основным видом деятельности является семеноводство, а именно производство семян многолетних, однолетних сельскохозяйственных культур. Хозяйство расположено и осуществляет свою деятельность в Кировском районе Ставропольского края.

С самого начала образования хозяйства основным направлением развития было выбрано семеноводство. С нашей точки зрения это направление наиболее рентабельно и перспективно. В то же время оно требует немалых затрат. Даже на первых производственных этапах семеноводство предполагает более высокие затраты на основные средства в сравнении с традиционными направлениями земледелия. Для гарантированного получения урожая высокопродуктивных семян, помимо обязательного соблюдения технологии возделывания, в обязательном порядке хозяйство должно иметь систему орошения.

Большая часть Ставропольского края находится в зоне рискованного земледелия. Поэтому залогом получения стабильных урожаев является наличие орошения. За последние годы, благодаря государственной поддержке, площади новых орошаемых земель в стране значительно выросли. По темпам роста наш регион занимает лидирующие позиции.

К росту мелиорируемых площадей подталкивают и естественные катаклизмы последних лет. В 2020-2022 годах Ставрополье и ряд близлежащих регионов Юга и Кавказа столкнулись с сильнейшей почвенной засухой. Причём она характеризовалась не только недостатком осадков и высокой температурой воздуха, но и серьезным дефицитом воды в реках, водохранилищах и оросительных системах. Одной из причин этого стали слабые темпы таяния Кавказских ледников весной, так как температура воздуха в марте и апреле была ниже обычного. А именно ледники являются основными источниками водоснабжения рек Кубани, Кумы, Малки, Терека.

Но, несмотря на природные катаклизмы, губернатор Ставропольского края В. В. Владимиров в своём ежегодном послании подчеркнул, что аграрии края продолжат развитие мелиорации, чтобы расширить возможности производства и защитить аграрную экономику от климатических рисков. Каждый год площади орошаемых земель в регионе растут. В 2023 году Ставрополье вышло на показатель в 82,9 тысячи гектаров действующего орошения.

Свою лепту в реализацию этой важнейшей государственной программы вносит и наше небольшое хозяйство, которое занимается исключительно семеноводством овощных и зеленных культур, в основном двухлетних – столовой свёклы, лука репчатого, лука-батуна, моркови, петрушки, укропов. И как мы убедились на своём опыте, заниматься этим без орошения просто невозможно.

Наше хозяйство использует орошение уже более десяти лет. В первые годы мы использовали отечественные дождевальные установки. С появлением

Управление установкой компьютеризировано. С помощью электронного пульта управления, в зависимости от роста и фазы развития растений, оператор задаёт необходимую поливную норму и может планировать режим работы

Установка ProRain F 40 на хранении

на российском рынке дождевальных установок шланго-барабанного типа решились на модернизацию и приобрели технику австрийской компании BAUER. В соответствии с необходимыми производственными задачами была приобретена шланго-барабанная установка ProRAIN серии F 40 110-500 в комплектации с консолью AS 32 и насос FAMOS IV, работающий от ВОМ трактора.

Выбор данной модели установки и типа дождевателя был обусловлен несколькими факторами. Барабанные установки имеют высокую мобильность. Это позволяет не привязываться к конкретному участку и при необходимости осуществлять полив на удалённых друг от друга территориях. Барабанные установки позволяют орошать участки сложной и «неправильной» конфигурации. Также мобильность данного типа техники обеспечивает её физическую сохранность. В конце сезона установка транспортируется с поля в ангар, где находится под охраной и не подвержена возможному вандализму.

Сам процесс работы установки прост и понятен. На установку необходимо подать воду с требуемым давлением, и намотка шланга на барабан с одновременным поливом осуществляется за счёт работы турбины, при этом дополнительной энергоподачи на установку не требуется.

Комплектование установки консолью было продиктовано спецификой нашего производства. Мы выращиваем мелкосемянные культуры, которые очень требовательны к качеству полива. Необходим дождь, который не уплотняет почву и не травмирует нежные всходы. Консоль AS 32 с рабочей шириной захвата 50 м полностью

Лук-батун

удовлетворила наши запросы по качеству дождя, т. к. она оснащается форсунками Senninger Superspray, обеспечивающими мелкодисперсный полив.

Управление установкой компьютеризировано. С помощью электронного пульта управления, в зависимости от роста и фазы развития растений, оператор задаёт необходимую поливную норму и может планировать режим работы установки.

Комплект данного оборудования был приобретён нами у ООО «Регионинвестагро», официального дилера австрийской компании BAUER. Специалисты компании-поставщика на этапе подготовки предложения произвели расчёты по подбору необходимого оборудования и в дальнейшем в оговорённые сроки произвели поставку, монтаж и запуск оборудования в эксплуатацию.

За уже долгое время работы техника зарекомендовала себя с наилучшей стороны. Возникающие же текущие эксплуатационные вопросы устраняются специалистами инженерной службы ООО «Регионинвестагро» оперативно и профессионально. На складе поставщика всегда имеется необходимый набор запасных частей, который позволяет уверенно, без опасений остановки полива, эксплуатировать оборудование именно тогда, когда это необходимо.

Сотрудничеством с компанией ООО «Регионинвестагро» наше предприятие довольно. При реализации новых проектов в области мелиорации мы обязательно вновь обратимся к специалистам этой организации за профессиональной технической поддержкой, которая позволит нам уверенно планировать производство и достигать ещё больших результатов в своём любимом деле!

Свёкла семенная

Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в журнале «Орошаемое земледелие»

1. Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности, профессионализма и беспристрастности, опирается на рекомендации и стандарты Committee on Publication Ethics (COPE).

2. К опубликованию принимаются статьи, соответствующие научным специальностям и отраслям науки журнала, требованиям к оформлению публикации, прошедшие проверку по всем коллекциям в системе Antiplagiat.ru (https://antiplagiat.ru/), процедуру двустороннего слепого рецензирования и получившие рекомендацию к публикации на заседании редакционной коллегии журнала. Допустимый объем цитирований (корректного правомерного заимствования) – не более 30 % от общего объема статьи.

3. Электронная версия статьи направляется в редакцию журнала по электронному адресу oz.vniioz@yandex.ru.

Требования к оформлению статей

1. Оформление статьи должно соответствовать Межгосударственным и национальным стандартам Российской Федерации по издательскому делу.

2. Количество авторов в статье – не более четырёх.

3. Объем статьи – 10-12 тыс. знаков с пробелами.

4. Структура статьи (на русском и английском языках):

4.1. УДК (http://teacode.com/online/udc/).

4.2. Заголовок (буквы прописные, шрифт полужирный).

4.3. Инициалы и фамилия, учёная степень, учёное звание, должность, электронная почта, ORCID автора(-ов).

4.4. Место работы с указанием адреса автора(-ов).

4.5. Информация о финансовой поддержке, благодарности (при наличии).

4.6. Аннотация (200-250 знаков).

4.7. Ключевые слова / Key words (не более 10).

4.8. Введение / Introduction.

4.9. Материалы и методы / Materials and Methods.

4.10. Результаты и обсуждение / Results and Discussion.

4.11. Заключение / Conclusions.

4.12. Библиографический список / Bibliographic list.

5. Статья набирается в текстовом процессоре Microsoft Word со следующими установками: формат А4, ориентация книжная, поля страницы – 2,0 см. Стиль обычный. Размер шрифта – 14 пт. Межстрочный интервал для текста и таблиц – одинарный, абзацный отступ– 1,25 см, режим выравнивания – по ширине.

6. Таблицы и рисунки (схемы, фотографии, графики) встраиваются в текст статьи и не должны выходить за поля страницы. Таблицы должны иметь заголовок, размещаемый над табличным полем, а рисунки – подрисуночные подписи. При наличии в статье нескольких таблиц или рисунков их нумерация обязательна. Формат рисунков «.jpg», разрешение рисунков не ниже 300 dpi.

7. Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Word.

8. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Количество источников – не менее 12, в том числе отражающие зарубежные исследования. Библиографические ссылки в тексте статьи приводятся в квадратных скобках в соответствии с библиографическим списком, составленным в алфавитном порядке. Самоцитирование не более 30 %.

9. Авторы статьи должны раскрывать любой финансовый или другой существенный конфликт интересов, который мог бы быть истолкованным как влияющий на результаты оценки их статьи. Все источники финансовой поддержки должны быть раскрыты (например, «Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов»; «Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № …»; «Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № …»).

10. Авторы статьи должны указывать авторский вклад (например, «Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования»).

Памяти академика А. С. Рулёва

18 августа 2023 года на 68 году жизни скоропостижно скончался известный российский учёный, академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники Александр Сергеевич Рулёв.

Александр Сергеевич родился 14 октября 1954 года в г. Улан-Удэ. После окончания в 1980 году Волгоградского государственного педагогического института работал учителем Дубовской вечерней средней школы Волгоградской области, старшим инженером Нижне-Волжского треста инженерно-строительных изысканий. Более 30 лет жизни были отданы Александром Сергеевичем Всероссийскому научно-исследовательскому институту агролесомелиорации, где он работал на должностях младшего, старшего, ведущего, главного научного сотрудника, заведующего отделом, заместителя директора по научной работе. С декабря 2022 г. он работал главным научным сотрудником отдела земледелия и агроэкологии Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия.

В 1983-1988 годах обучался в заочной аспирантуре при Всесоюзном НИИ агролесомелиорации и в 1990 году защитил кандидатскую диссертацию «Применение полимерных материалов при выращивании полезащитных полос в сухостепной зоне Нижнего Поволжья». В 2002 г. защитил докторскую диссертацию «Теоретические основы и методология агролесомелиорации деградированных ландшафтов».

Под руководством и при непосредственном участии Александра Сергеевича Рулёва разработаны теоретические основы и методология агролесомелиорации деградированных земель, включающая картографо-аэрокосмический мониторинг на основе дистанционных индикаторов и биотических критериев, применения геоинформационных технологий в ландшафтном планировании противодеградационных фитолесомелиоративных мероприятий, что позволило обосновать и развить новое направление в агролесомелиоративной науке – аэрокосмические исследования и планирование агролесоландшафтов с использованием геоинформационных технологий. Его разработки по ландшафтно-экологической оценке, картографированию лесоаграрных ландшафтов, планированию лесомелиоративных мероприятий повышают точность и качество составления проектов противодеградационного обустройства земель на ландшафтной основе, обеспечивают высокую результативность лесомелиоративных работ.

А. С. Рулёв – автор более 250 научных работ, опубликованных в центральных и региональных, академических и научно-производственных журналах, в сборниках научных трудов ведущих научно-исследовательских институтов, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья, в числе которых 9 монографий.

За высокие научные достижения А. С. Рулёв награждён медалями ВДНХ, дипломами агропромышленной выставки «Золотая осень», Почётными грамотами федерального и регионального уровней.

Светлая память об Александре Сергеевиче Рулеве навсегда сохранится в наших сердцах.

Коллектив Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия приносит соболезнования родным и близким, друзьям и коллегам.

Коллектив ВНИИОЗ

г. Волгоград, ул. Новороссийская, 5.
Тел.: +7 (8442) 41-62-83, +7 (8442) 26-04-30
www.riagro.ru e-mail.vasilyuk@riagro.ru

РИА

РЕГИОНИНВЕСТАГРО
основано 2003

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ И ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

1 из коровника навозная жижа попадает в предлагуну

2 навозная жижа на сепаратор

навозная жижа на биореактор

3 созревание осветленной фракции в лагуне

внесение в почву

компост

4 твердая фракция

готовый подстилочный материал

МИКСЕРЫ

Хорошо перемешанная навозная жижа гарантирует равномерное распределение питательных веществ, а значит - оптимальный рост растений и большой урожай

СЕПАРАТОРЫ

Разделение жижи на твердую и жидкую фракции является первым шагом на пути к утилизации навоза

BRU Фильтрационно-сушильная установка

Производство (восстановление из навоза) обеззараженного подстилочного материала для КРС

ЦИСТЕРНЫ

Использование цистерн - простое решение для транспортировки и внесения ценных органических удобрений в почву

НАСОСЫ

Для перекачки навозных стоков с содержанием твердых и длинных волокнистых веществ на сельскохозяйственных фермах используют насосы со специальными мощными режущими устройствами

www.ria-agro.ru